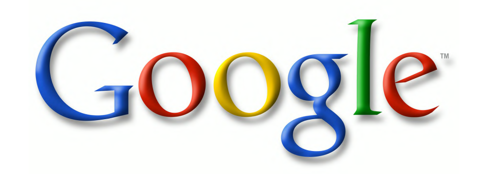


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

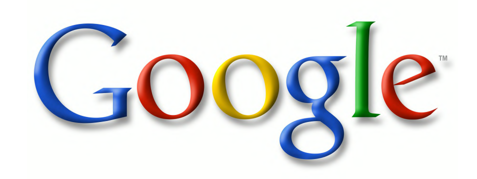
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

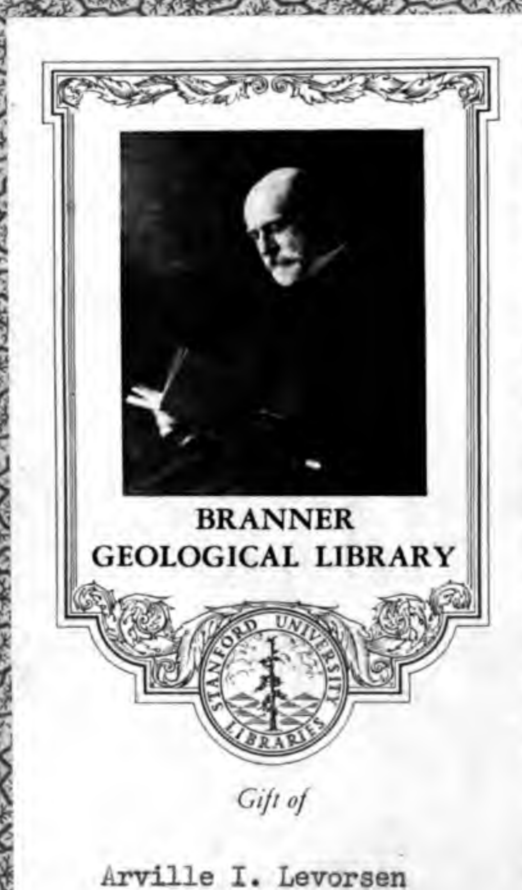
Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



Gift of

Arville I. Levorsen



HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE.

HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE

DE 1834 A 1845,

PAR

A. D'ARCHIAC; de Saint Simon

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

SOUS LES AUSPICES

DE M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

TOME DEUXIÈME.

Deuxième partie.

Terrain tertiaire.

PARIS.

AU LIEU DES SEANCES DE LA SOCIÉTÉ,

RUE DU VIEUX COLOMBIER, 24.

1849.

(01

550.9
A673

795563

[illegible] Lib.

DEUXIÈME PARTIE.

TERRAIN TERTIAIRE.

Pendant l'époque tertiaire, la moitié à peu près de la surface actuelle des continents était sous les eaux, et nous n'avons aucune raison de penser que des portions aujourd'hui submergées fussent alors au-dessus du niveau des mers. Depuis l'origine des choses, l'étendue des terres émergées s'est graduellement accrue et le domaine des eaux a successivement diminué. Une des conséquences de cette extension progressive des terres est le développement des animaux organisés pour respirer l'air en nature, et dont on voit le nombre des espèces, la variété des types et les dimensions augmenter à mesure que le sol sur lequel ils devaient vivre s'accroissait, et que les conditions nécessaires à leur existence leur devenaient de plus en plus favorables.

Non seulement, dans chaque grande époque, des portions plus ou moins considérables de la croûte terrestre ont été portées au-dessus des eaux, mais encore le relief de celles qui étaient émergées antérieurement est devenu souvent plus accidenté et plus prononcé. Les chaînes de montagnes ont pris des formes plus arrêtées, et les dépressions, malgré de nombreuses oscillations locales, se sont trouvées plus nettement limitées. Aussi les dépôts tertiaires, envisagés dans leur généralité, se coordonnent-ils à ce relief et occupent-ils aujourd'hui les grandes vallées que parcourent les fleuves. Ils entourent également les bassins des mers intérieures et s'étendent sur les régions littorales des continents, dans les anfractuosités desquels on les voit constituer des espèces de bassins plus ou moins circonscrits, représentant ainsi les golfes et les baies des mers anciennes. Les dépôts lacustres ou d'eau douce, très restreints dans les époques antérieures, prirent aussi, par suite de la plus grande étendue des terres, une importance réelle qui fut longtemps méconnue.

La disposition de ces divers dépôts, par rapport aux massifs

montagneux cristallins, primaires ou secondaires, suffirait seule, dans la plupart des cas, pour indiquer leur moindre ancienneté. Les contours actuels des continents, seulement ébauchés et en quelque sorte jalonnés pendant les périodes précédentes, résultent de soulèvements en masse qui, à diverses reprises, ont émergé les sédiments tertiaires et quaternaires. Ces émersions des plaines et des plateaux à couches encore horizontales sur d'immenses surfaces se rattachent-elles nécessairement aux phénomènes qui ont quelquefois redressé ces mêmes couches dans le voisinage immédiat des chaînes? C'est ce sur quoi nous reviendrons en traitant de la théorie générale des soulèvements et des ridements de l'écorce terrestre.

Le terrain tertiaire est limité dans une partie de l'Europe occidentale par le soulèvement de la chaîne principale des Alpes, qui coïncide avec la fin de la période sub-apennine ou de la formation tertiaire supérieure. Mais il n'en est pas de même là où les effets de ce phénomène ne se sont pas fait sentir directement; et, en l'absence de discordance dans la stratification, on a eu recours aux caractères déduits des corps organisés que les couches renferment. Quant à la base du terrain tertiaire inférieur, elle manque encore de certitude, dans une vaste zone qui s'étend de l'O. à l'E., depuis l'Espagne et les Pyrénées jusque dans l'Inde, tandis qu'au nord de cette bande, la stratification, la nature des roches et les fossiles qu'on y trouve laissent en général peu de doutes.

Dans cet état de chose, nous réunirons, sous le nom de *Groupe nummulitique asiatico-méditerranéen*, les observations qui, dans la zone que nous venons d'indiquer, se rapportent aux couches dans lesquelles abondent les Nummulites avec un nombre plus ou moins considérable, suivant les lieux, de fossiles semblables à ceux des dépôts tertiaires inférieurs, et en outre des espèces qui leur sont propres. L'absence de la véritable formation tertiaire inférieure, dans les pays où ce groupe se présente, serait déjà une forte présomption pour croire qu'une partie au moins des couches qui le constituent doit y être rapportée, et nous donnerons ci-après, à la fin du chapitre XIII, quelques aperçus généraux sur ce sujet. En mentionnant les dépôts de ce groupe, après le terrain tertiaire proprement dit et avant le terrain secondaire incontesté, nous n'interromprons pas la succession chronologique des faits; seulement nous regrettons que l'abondance des matériaux nous oblige d'en renvoyer l'examen au commencement du tome III, où nous traiterons aussi des roches

ignées ou pyrogènes qui ont surgi pendant que se déposaient les sédiments quaternaires et tertiaires.

Nous décrirons successivement dans chaque pays, et en nous conformant autant que possible à la disposition orographique et hydrographique du sol actuel, les trois *formations tertiaires supérieure*, *moyenne* et *inférieure* que l'on y rencontre. Nous commencerons par l'Europe occidentale.



CHAPITRE PREMIER.

TERRAIN TERTIAIRE D'ANGLETERRE.

« Lorsqu'on étudie la disposition générale des dépôts tertiaires
» du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre, avons-
» nous dit (1), on remarque qu'ils se présentent des deux côtés
» d'un axe ou bande de la formation crétacée, se dirigeant O.-N.-O.,
» E.-S.-E., de la partie occidentale du département des Ardennes
» à Clay-Hill, à l'ouest de Warminster (Wiltshire). Sur le continent,
» cet axe, quoique peu sensible, forme la ligne de partage des eaux
» qui se rendent dans la mer du Nord et de celles qui se jettent
» dans la Manche, et il a donné lieu aux dénominations de *bassin*
» *tertiaire de la Seine* et de *bassin tertiaire de la Belgique*. En
» Angleterre, où il est plus prononcé, il forme aussi la ligne de par-
» tage des eaux qui descendent vers la Tamise et de celles qui se
» rendent directement à la mer, servant de même à distinguer ce
» que l'on a appelé le *bassin de la Tamise* et celui du *Hampshire*.

» A cette première division naturelle, l'interruption formée par
» le détroit du Pas-de-Calais qui coupe l'axe précédent, suivant
» une direction N.-E., S.-O., en ajoute une autre, en séparant le
» bassin du Hampshire de celui de la Seine. Il y a ainsi quatre grands
» lambeaux, dont l'étude détaillée est nécessaire pour démontrer
» la nature de leur ancienne liaison et constater les circonstances
» qui ont amené l'espèce d'isolement où ils sont aujourd'hui.

» Des deux côtés de l'axe crétacé dont nous venons de parler, et
» qui résulte du soulèvement de la vallée de Weald et de ses pro-
» longements à l'est et à l'ouest, les divers groupes tertiaires, sur
» le continent comme en Angleterre, semblent s'abaisser en sens
» inverse et augmenter de puissance à mesure qu'on s'en éloigne pour

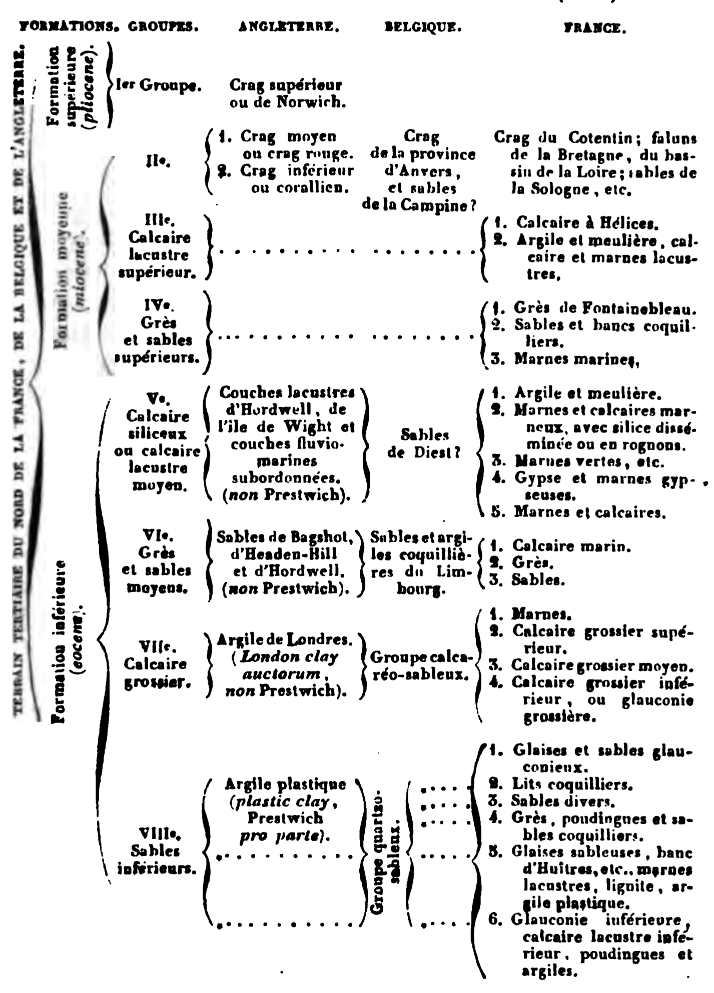
(1) D'Archiac, *Essai sur la coordination des terrains tertiaires du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre* (*Bull.* vol. X, p. 168. 1839. — *Neu. Jahrb.* 1839). — *Skizze der tertiar Gebirge*, etc., Esquisse du terrain tertiaire, etc. (*Neu. Jahrb.* 1839, pl. X).

» se diriger vers les parties qui ont été regardées comme les cen-
» tres d'anciens bassins. En Belgique, ces couches disparaissent
» sous les alluvions de la Hollande, de sorte qu'il ne paraît pas pos-
» sible de tracer leurs limites dans cette direction; mais en France,
» à la disposition qui vient d'être indiquée se joignent des circon-
» stances particulières qui, dès 1813, avaient été signalées par
» M. d'Omalius d'Halloy. En se dirigeant du N. au S., on re-
» connaît que les groupes tertiaires, au lieu de se recouvrir succes-
» sivement des bords vers le centre, ainsi que cela se présente or-
» dinairement, sont superposés en biseau au-dessus de la craie
» comme les tuiles d'un toit; de telle sorte que les couches du nord
» ne se retrouvent plus au centre, et que celles du centre man-
» quent au sud. D'où il résulte que ce bassin, pour nous servir de
» l'expression usitée, a bien un centre de figure ou géographique
» que l'on peut appeler Paris si l'on veut, mais qu'il n'a pas de
» centre géologique, c'est-à-dire de point pris dans son intérieur,
» et d'où en rayonnant on puisse toujours trouver des couches
» correspondantes. »

Si nous comprenons actuellement dans ce premier aperçu le bassin hydrographique de la Loire, nous serons amené par des considérations que nous avons exposées plus tard et que nous reproduirons après la description de ces divers bassins, à rechercher les causes physiques probables de leur disposition relative comme celles des dépôts qu'ils renferment, et à en déduire un principe général qui nous avait échappé lors de notre premier travail.

Nous avons indiqué dans le tableau ci-joint le parallélisme des divers groupes tertiaires établis dans l'espace que comprend la petite carte publiée par nous en 1839 (1), et nous commencerons leur examen par ceux de l'Angleterre.

(1) *Neu. Jahrb.* 1839, pl. X.



TERRAIN TERTIAIRE DU NORD DE LA FRANCE, DE LA BELGIQUE ET DE L'ANGLETERRE.

FORMATIONS.	GROUPES.	ANGLETERRE.	BELGIQUE.	FRANCE.
Formation supérieure (*pliocene*).	Ier Groupe.	Crag supérieur ou de Norwich.		
Formation moyenne (*miocene*).	IIe.	1. Crag moyen ou crag rouge. 2. Crag inférieur ou corallien.	Crag de la province d'Anvers, et sables de la Campine?	Crag du Cotentin; faluns de la Bretagne, du bassin de la Loire; sables de la Sologne, etc.
	IIIe. Calcaire lacustre supérieur.	....	....	1. Calcaire à Hélices. 2. Argile et meulière, calcaire et marnes lacustres.
	IVe. Grès et sables supérieurs.	....	....	1. Grès de Fontainebleau. 2. Sables et bancs coquilliers. 3. Marnes marines.
Formation inférieure (*eocene*).	Ve. Calcaire siliceux ou calcaire lacustre moyen.	Couches lacustres d'Hordwell, de l'île de Wight et couches fluvio-marines subordonnées. (*non* Prestwich).	Sables de Diest?	1. Argile et meulière. 2. Marnes et calcaires marneux, avec silice disséminée ou en rognons. 3. Marnes vertes, etc. 4. Gypse et marnes gypseuses. 5. Marnes et calcaires.
	VIe. Grès et sables moyens.	Sables de Bagshot, d'Headen-Hill et d'Hordwell. (*non* Prestwich).	Sables et argiles coquillières du Limbourg.	1. Calcaire marin. 2. Grès. 3. Sables.
	VIIe. Calcaire grossier.	Argile de Londres. (*London clay auctorum*, *non* Prestwich).	Groupe calcaréo-sableux.	1. Marnes. 2. Calcaire grossier supérieur. 3. Calcaire grossier moyen. 4. Calcaire grossier inférieur, ou glauconie grossière.
	VIIIe. Sables inférieurs.	Argile plastique (*plastic clay*, Prestwich *pro parte*).	Groupe quartzo-sableux.	1. Glaises et sables glauconieux. 2. Lits coquilliers. 3. Sables divers. 4. Grès, poudingues et sables coquilliers. 5. Glaises sableuses, banc d'Huîtres, etc., marnes lacustres, lignite, argile plastique. 6. Glauconie inférieure, calcaire lacustre inférieur, poudingues et argiles.

§ 1. **Formations tertiaires, supérieure et moyenne (crag).**

Les dépôts connus dans l'est de l'Angleterre sous le nom de *crag* (1) n'ont été signalés que dans le Yorkshire, le Norfolk, le

(1) On n'appelle à proprement parler *crag* que les bancs de coquilles subordonnés aux sables, et l'on nomme *gravier* les lits de cailloux roulés qui y sont associés, aussi bien que ceux des dépôts superficiels quaternaires (W. B. Clarke, *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 528).

Suffolk et l'Essex, et ils ne paraissent pas s'étendre vers l'ouest à une grande distance des côtes. On y a reconnu trois étages distincts, assez bien caractérisés par leurs fossiles et l'aspect de la roche. L'étage le plus récent, que nous désignerons sous le nom de *crag de Norwich*, a été rapporté à la formation tertiaire supérieure, malgré les caractères des mammifères terrestres qu'on y trouve; l'étage moyen ou *crag rouge* et l'étage inférieur, *crag blanc*, *crag corallien* ou *crag à polypiers*, appartiennent à la formation moyenne.

orkshire. M. J. Phillips (1) avait observé au nord de la baie de Bridlington-Quay, dans un dépôt d'argile et de cailloux recouvrant la craie, 55 espèces de coquilles dont, suivant lui, 4 étaient du crag du Suffolk, 5 ou 6 appartenaient à des espèces vivantes et dont le plus grand nombre étaient éteintes; aussi ne se prononça-t-il pas sur l'âge de ce dépôt. M. W. Bean (2), qui examina la même localité en 1835, admit également que plus de la moitié des espèces étaient éteintes; mais il reconnut ensuite (3) que sur 35 espèces 20 au moins avaient leurs analogues vivants; proportion qui rapprochait ces couches de celles de Norwich. En effet, sur ces 35 coquilles, 26 se retrouvent dans le crag supérieur, et parmi les 9 autres 5 ont leurs analogues vivants et 4 sont inconnues, soit à l'état vivant, soit à l'état fossile. M. Ed. Forbes (4) paraît considérer aussi les argiles coquillières de Bridlington comme parallèles au crag de Norwich; mais nous avons dit (*antè*, p. 136) que c'était probablement à tort qu'il les mettait sur le même horizon que les dépôts lacustres, avec débris de grands mammifères et coquilles d'eau douce, des vallées d'York et de l'Humber (*antè*, p. 86).

colnshire. M. J.-E. Bowman (5) a trouvé sous un marais tourbeux du Lincolnshire une poudre blanche composée de débris de *Diatoma*, ou de carapaces siliceuses d'infusoires très voisins de ce genre. L'âge de cette couche, sans doute peu ancienne, n'est d'ailleurs pas connu.

---

(1) *Rep.* 5th *Meet. brit. Assoc. at Dublin*, 1835 (Londres, 1836) p. 61 des *Notices*.

(2) *Magaz. of nat. history*. Juin 1835.

(3) *Magaz. of nat. history*, vol. VIII, p. 355.

(4) *On the connexion*, etc., Sur la connexion entre la distribution de la faune et de la flore actuelle des îles Britanniques, etc. (*Mem. of the geol. survey of great Britain*, p. 393, in-8. Londres, 1846).

(5) *Journ. of Botany*, juin 1840. — *Amer. Journ.*, vol. XL, p. 174. 1841.

Norfolk, Suffolk et Essex.

M. Ed. Charlesworth (1) fit remarquer le premier que, dans le Suffolk et l'Essex, le crag se compose de deux étages distincts : le supérieur, caractérisé par sa teinte ferrugineuse, et l'inférieur, par la présence d'une grande quantité de polypiers. Il proposa alors de nommer l'un *crag rouge* et l'autre *crag corallien*. Ramsholt, Tattingstone, Sudbourn-Park et Orford sont les localités où ces étages peuvent être le mieux étudiés. L'épaisseur du crag rouge varie de 1m,21 à 2m,70, et celle du crag corallien de 2 mètres à 3m,65. Ce dernier, dont les caractères sont uniformes, est un sable calcaire contenant beaucoup de coquilles non roulées. A Orford et à Sudbourn les polypiers sont très nombreux. L'auteur, après avoir signalé les fossiles qui étaient alors connus dans ces deux étages, conclut qu'ils ont été déposés successivement et dans des conditions différentes.

Peu après, le même géologue reconnut dans le Norfolk, le Suffolk et l'Essex la série suivante des couches en allant de haut en bas (2).

a Couches avec débris d'animaux terrestres.

Terrain quaternaire.	1° Gravier avec ossements provenant probablement du remaniement des dépôts antérieurs. 2° Argile et sables marins superficiels, renfermant 10 ou 12 espèces de coquilles encore vivantes sur la côte. 3° Couches fluviatiles et lacustres avec beaucoup de coquilles d'eau douce, dont quelques unes sont des espèces éteintes, et des ossements de mammifères très nombreux.
Formation tertiaire supérieure.	4° Crag supérieur du Norfolk et du Suffolk renfermant aussi beaucoup de débris de mammifères et environ 80 espèces de coquilles marines.

b Couches sans aucun débris de mammifères terrestres.

Formation moyenne.	1° Crag rouge avec 150 à 200 espèces de coquilles marines. 2° Crag corallien contenant 300 à 400 espèces de fossiles marins.
Formation inférieure.	3° Argile de Londres (*London clay*). 4° Argile plastique (*plastic clay*).

Dans cette même note, où était ainsi fixé l'âge relatif de ces dépôts, par leur superposition et leurs caractères minéralogiques sans le secours des fossiles, M. Charlesworth a signalé encore des ossements de 6 ou 8 espèces de rongeurs et de ruminants provenant du

(1) *On the crag*, etc., Sur le crag d'une partie de l'Essex et du Suffolk (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 195. 1835. — *Rep.* 6th *Meet. brit. Assoc. at Bristol*, 1836. (Londres, 1837.)

(2) *A notice*, etc., Notice sur les débris d'animaux vertébrés qui se trouvent dans les couches tertiaires du Norfolk et du Suffolk. (*Magaz. of nat. history*, 2e sér., vol. II, p. 40. 1838.)

crag de Norwich, puis une Loutre, des dents d'Éléphant, d'Hippopotame et de Mastodonte. M. Brown (1) a mentionné, à la vérité, des ossements de mammifères dans le crag rouge et même dans le crag blanc, à Felixstow, Sudbourn-Park et Orford, mais M. Charlesworth pense qu'ils ont appartenu à des mammifères aquatiques. Le [illegible] en effet du *B[illegible]* dont M. C. B. Rose (2) a trouvé des débris dans le crag rouge près d'Ipswich. Des dents de Mastodonte ont été recueillies en outre à Torp près Norwich, dans le crag supérieur (3), et l'on sait que c'est à Whitlingham, qui est peu éloigné, que l'on découvrit celle qui a été figurée dans l'ouvrage de W. Smith (4). M. Alexander (5) en a encore rencontré à [illegible], et M. S. Woodward (6) sur d'autres points du Norfolk.

Les couches avec ossements de mammifères, qui se distinguent également des deux autres étages du crag par leurs espèces de coquilles, s'étendent de Norwich à Aldborough (Suffolk) et sont ainsi placées entre le crag rouge et les dépôts quaternaires dont les coquilles appartiennent presque toutes à des espèces vivantes (*antè*, p. 42, 91 et [illegible]). Des os d'oiseaux ont été aussi rencontrés dans le crag à mammifères ainsi que des débris de poissons (*Platax* et *R[illegible]*).

Dans le crag rouge les restes de poissons, qui sont fréquents, appartiennent à plusieurs espèces du genre *Carcharias*, dont l'une est le *C. megalodon*, puis à des *Myliobates*. Il y a en outre des dents de *Lamna*, de *Notidanus* et de *Galeus*. Dans le crag inférieur il y a plusieurs genres indéterminés. Quant aux ossements de mammifères annoncés par M. W. B. Clarke (7) comme ayant été trouvés

---

(1) *Magaz. of nat. history*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 347, 1838.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 32. — Henslow, *ibid.*, vol I, p. 38.
(3) R. Ficht, *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 417. 1836.
(4) *Strata identified*, etc.
(5) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 10.
(6) *Magaz. of nat. history*, vol. IX, p. 151. 1836. — Voy. aussi C. B. Rose, *A Sketch on the geology*, etc. Esquisse de la géologie du Norfolk occidental (*Lond. and Edinb. philos. Magaz.*, vol. VII, p. 171, 274 et 370. 1835. *Ibid.* vol. VIII, p. 28. 1836. On trouve dans ce mémoire beaucoup de détails intéressants sur cette partie du Norfolk.
(7) *Magaz. of nat. history*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 162. 1838.

dans le crag moyen et le crag inférieur, M. Charlesworth pense qu'ils proviennent du dépôt diluvien qui les recouvre.

Une discussion s'est élevée entre ce dernier géologue et M. Woodward(1) relativement à la classification que nous venons d'exposer, mais elle nous a paru résulter de ce que celui-ci, confondant le crag supérieur du Norfolk avec le crag rouge du Suffolk, croyait devoir rapporter ce dernier au terrain diluvien à cause des mammifères fossiles que renferme le premier.

En même temps que par ses travaux géologiques M. Charlesworth débrouillait la chronologie des dépôts tertiaires et quaternaires de l'est de l'Angleterre, il faisait remarquer (2) combien peu il y avait d'accord entre les zoologistes relativement à la manière d'apprécier les caractères spécifiques, et quelles étaient les contradictions qui en résultaient lorsqu'on déterminait l'âge des dépôts par les nombres proportionnels de leurs fossiles dont les analogues vivent encore. C'est ainsi qu'il démontre, après une discussion très judicieuse, que si une série de coquilles du crag, par exemple, était soumise à l'examen des conchyliologistes les plus distingués de l'Europe, pour déterminer le rapport des espèces éteintes aux espèces vivantes, ce dépôt serait de la période tertiaire inférieure pour tel zoologiste danois, de la période moyenne pour un zoologiste anglais, et de la période supérieure pour des zoologistes français ou suisses. Cette voie dans laquelle beaucoup de naturalistes se sont engagés, mais contre laquelle aussi d'autres hommes éclairés ont protesté, offre encore une autre source d'erreurs que nous signalerons, en parlant des faluns de la Touraine.

Parmi les polypiers du crag inférieur ou crag blanc, les bryozoaires, dit M. Milne Edwards (3), l'emportent beaucoup sur les zoanthaires et les alcyoniens. Presque toutes les espèces qui sont fort nombreuses diffèrent des polypiers connus dans les mers actuelles. Plusieurs genres, tels que les *Eschara*, *Membranipora*,

---

(1) *London and Edinb. phil. Magaz.*, vol. VII, p. 464. 1835. *Ibid.*, vol. VIII, p. 138, 1836. *Ibid.*, p. 529.

(2) *On some fallacies*, etc. Sur quelques causes d'erreurs dans les résultats relatifs à l'âge des dépôts tertiaires, déduits de l'application des moyens récemment introduits dans la science, par MM. Lyell et Deshayes. (*Magaz. of nat. history*, oct. 1836. — *Lond. and Edinb. philos. Magaz*, vol. X, p. 1. 1837.)

(3) *Extrait des procès-verbaux de la Soc. philomatique*, 26 nov. 1836. — *L'Institut*, 7 déc. 1836.

Cellepora, *Retepora*, *Hornera*, *Salicornaria*, ont encore des représentants, mais d'autres sont éteints, tels que certains escharéens et surtout les *Fascicularia*, genre très remarquable, assez voisin des Tubipores.

La surface occupée par le crag dans le Suffolk constitue un plateau peu élevé, uniforme, et sillonné du N.-E. au S.-O., parallèlement à la côte, par des dépressions d'une faible profondeur ; aussi M. W. B. Clarke (1) pense-t-il que le crag et l'argile de Londres qui le supporte ont été ravinés en même temps par des courants sous-marins, puis émergés ensemble. Il n'y a d'ailleurs aucun rapport entre le crag, avec ses lits de sable et de cailloux, et le terrain diluvien composé d'argile et de cailloux qui le recouvre ou qui remplit des cavités préexistantes, comme dans la commune d'Alderton et près de Stratford Sainte-Mary. Adoptant ensuite les subdivisions établies par M. Charlesworth, l'auteur conclut de ses propres recherches, que le *substratum* du Norfolk, du Suffolk, et de l'Essex, est la craie qui aurait été disloquée et profondément ravinée avant le commencement de l'époque tertiaire. L'argile plastique (*plastic clay*) et les sables se déposèrent sur une partie de cette surface dénudée, puis vint l'argile de Londres, recouvrant tantôt la craie, tantôt l'argile plastique, et enfin les divers étages du crag s'étendirent, à leur tour, sur l'argile de Londres aussi bien que sur les strates secondaires.

Après avoir décrit le mode de formation des amas de cailloux et d'argile qui ont succédé au crag (*antè*, p. 80), et cherché à se rendre compte des circonstances qui l'ont accompagné, M. Clarke suppose que des chocs successifs ont élevé graduellement le sol sous-marin jusqu'à ce que le crag eût atteint une altitude d'environ 30 mètres. Les vallées actuelles, qui sont des lignes de fissures, s'élargirent et des lits de gravier s'y accumulèrent. Depuis lors, aucune grande révolution n'a eu lieu, mais les actions combinées des eaux pluviales, des sources et de la mer ont diminué de plusieurs milles l'étendue superficielle du crag et de l'argile de Londres, comme le prouvent l'examen des côtes et les traditions

(1) *Extracts from a memoir*, etc. Extraits d'un mémoire sur la structure géologique et les phénomènes du comté de Suffolk, et sur ses relations physiques avec le Norfolk et l'Essex. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 527. — *Transact. id.* vol. V, p. 359. 1837.)

locales. D'une autre part, les marées formèrent de grandes accumulations de cailloux et de sable qui protégèrent les falaises contre des destructions ultérieures et forcèrent la Stour et l'Orwell à se détourner pour se jeter dans la mer. La largeur moyenne de la dégradation annuelle des côtes paraît être de 2 mètres, et par suite de la destruction de l'argile de Londres et du crag certaines falaises se changent peu à peu en une côte basse et sablonneuse.

M. Lyell (1) pense que le crag corallien avait acquis déjà une certaine solidité lors du dépôt du crag rouge, car on remarque, à la partie supérieure du premier, un banc calcaire, percé par des Pholades encore dans les trous qui ont été remplis par le sable rouge recouvrant le tout. Une certaine discontinuité dans les couches prouve aussi que le niveau du crag inférieur n'est pas uniforme, et que sa surface était inégale lors du dépôt du crag rouge.

Le crag supérieur de Southwold et de Norwich n'a pas comme les précédents une origine exclusivement marine, car il offre partout un mélange de coquilles marines, terrestres et d'eau douce, avec des os de poissons et de mammifères. Sa superposition au crag corallien, sans l'intermédiaire du crag rouge, se voit à Thorp-rocks, où il est exploité, et la brèche de Sizewell-gap, à quelques milles plus au nord, est le point le plus éloigné où se montre l'étage inférieur.

A Southwold, le crag fluvio-marin ou de Norwich est composé de sable, de cailloux, de limon et d'argile feuilletée en couches régulières dont l'épaisseur totale est d'environ 12 mètres. Les coquilles marines se voient seulement sur une hauteur de 4 à 5 mètres vers la base du dépôt. Plusieurs coquilles, telles que *Nucula Cobboldiæ* Sow., *Tellina obliqua* Sow., *Mya arenaria* Lin., ont encore leurs valves réunies et n'offrent aucune trace de frottement, quoique mélangées avec des crustacés, des coquilles fluviatiles et terrestres, des ossements roulés de poissons, de Rhinocéros, d'Éléphant, de Mastodonte (*M. longirostris*), de Cheval, de Daim et de Cochon. A partir des falaises de Easton-Bavent, et en se dirigeant vers Kessingland, on voit les lits de cailloux siliceux alterner régulièrement avec ceux de coquilles, et le tout appartient certainement au crag supérieur.

---

(1) *On the relative ages*, etc. Sur les âges relatifs des dépôts tertiaires communément appelés *crag* dans les comtés de Norfolk et de Suffolk. (*Magaz. of nat. history*, vol. III, p. 313. 1839. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 126. 1839. — *Bull.* vol. X, p. 321. 1839. — *Ibid.* vol. XI, p. 204. 1840.)

Près de Norwich celui-ci forme des plaques ou lambeaux d'épaisseur variable, reposant sur la craie et généralement recouverts par un lit épais de gravier. A quatre ou six milles autour de la ville, à Bramerton, Whitlingham, Thorpe et Postwick, on remarque constamment le mélange de coquilles marines, fluviatiles et terrestres, avec des ichthyolithes et des os de mammifères. Une défense d'Éléphant couverte de Serpules y a même été trouvée. Ces lits ont été déposés évidemment sur le fond de la mer, près de l'embouchure d'une rivière. Les coquilles marines dominent en général, les coquilles fluviatiles sont assez nombreuses, et les coquilles terrestres rares.

Passant à la proportion des coquilles d'espèces vivantes trouvées dans le crag de Norwich, M. Lyell rappelle qu'en 1833 le catalogue de M. Woodward renfermait 85 espèces de ce dépôt, nombre qui se réduisait à 58, par suite des doubles emplois reconnus. En 1839, il était de 111, dont 19 espèces fluviatiles et terrestres. Cette quantité est assez faible si on la compare à la faune actuelle des mers environnantes, ou à celle des autres étages du crag; mais l'auteur fait remarquer que dans les dépôts fluvio-marins ou formés dans des eaux saumâtres, comme celles de la Baltique et des grands estuaires, le nombre et la variété des espèces sont, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup moindres que dans les mers salées. Ainsi, il en est de même dans la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence, où les couches tertiaires renferment beaucoup de coquilles marines et des débris de mammifères.

Sur 92 espèces de coquilles marines du crag de Norwich, M. S. Wood en a reconnu 73, ou environ 78 pour cent, qui sont communes au crag rouge. Comparées aux espèces vivantes, la proportion est de 50 à 60 pour cent (marines, fluviatiles et terrestres comprises). Ces coquilles, communes à la formation tertiaire supérieure et à l'époque actuelle, sont presque exclusivement des mers du Nord et des mers britanniques.

A l'exception de 2 ou 3 espèces, les 92 coquilles marines se retrouvent dans le crag rouge ou dans la faune actuelle, de sorte qu'il n'y en aurait qu'un très petit nombre qui fussent propres à la dernière période tertiaire. Ces considérations portent le célèbre géologue anglais à placer le crag de Norwich dans la formation tertiaire supérieure (*older pliocene*), opinion que nous avons adoptée, quant à présent, mais à laquelle pourrait cependant s'opposer la présence, dans ce dépôt, de l'*Elephas primigenius* et du *Rhinoceros tichorhinus*, qui, d'après ce que nous avons vu dans la

première partie de ce volume, semblent n'avoir apparu qu'à l'époque quaternaire, alors que les Mastodontes, associés ici avec ces derniers, avaient probablement cessé de vivre dans le reste de l'Europe occidentale. D'un autre côté la proportion des coquilles vivantes indiquée ci-dessus ne s'accorderait nullement avec le classement du crag supérieur dans le terrain quaternaire. Il y a donc dans ces résultats paléontologiques des contradictions qui restent encore à expliquer.

Sur 345 espèces de coquilles du crag corallien, 67, ou environ 19 pour cent, sont identiques avec des coquilles vivantes; tandis que, sur 230 du crag rouge, il y en a 69 ou 30 pour cent. Un certain nombre d'espèces du crag inférieur qui ont leurs analogues dans les mers actuelles n'ayant pas encore été trouvées dans le crag moyen ni dans le supérieur, on pourrait en conclure, si des recherches ultérieures ne les y font point découvrir, qu'elles ont pu cesser de vivre, pendant ces deux périodes, sur les côtes d'Angleterre pour s'y remontrer ensuite, opinion qu'a partagée M. Ed. Forbes (*antè* p. 136).

Etendant plus loin ses comparaisons, M. Lyell met en parallèle les fossiles du crag inférieur et moyen avec ceux des faluns de la vallée de la Loire et de la Bretagne, puis, aidé des conseils de MM. G. Sowerby et S. Wood, il trouve que, sur 240 espèces des faluns, il y en a 26 pour cent dont les analogues vivent encore, ce qui le ramène à la conclusion émise depuis longtemps par M. J. Desnoyers, que les faluns peuvent être du même âge que le crag. Car bien que l'ensemble des fossiles offre en Angleterre des caractères septentrionaux et en France un *facies* méridional ou sub-tropical, ces faunes s'éloignent presque également, quoique dans des directions inverses, du type de la faune marine actuelle la plus rapprochée.

Pour expliquer la différence de ces faunes tertiaires, l'auteur suppose l'existence ancienne d'une isthme entre Douvres et Calais. Les golfes placés de chaque côté auraient pu être alors habités par des animaux assez différents, celui du sud favorisant le développement d'une organisation tropicale, et celui du nord celle d'une faune plus arctique. Cette idée, très spécieuse, mais qui ne rendait pas compte cependant de la disposition relative que présentent aujourd'hui ces divers dépôts, a été détruite par la découverte, dans le Cotentin, de fossiles assez nombreux, identiques avec ceux du crag rouge du Suffolk, et on verra plus loin comment nous avons été amené à placer tout différemment la ligne de séparation des deux golfes supposés par M. Lyell.

Paléontologie. M. S. Wood (1), qui s'occupe avec une grande activité de faire connaître les fossiles du crag, a déjà publié beaucoup de documents sur cette faune ; et de son côté M. Charlesworth (2) a continué ses recherches. M. Ch. Green (3) a donné beaucoup de détails sur la géologie des environs de Bacton, et particulièrement sur le crag supérieur de Cromer ; sur les couches situées entre Happisburgh et Mundesley, couches remplies de coquilles lacustres d'espèces vivantes et associées à des mammifères éteints ; enfin sur les bancs de lignite ou terre noire, tourbeuse et pyriteuse, divisés en lits minces par des sables rouges et des argiles, et qui se présentent surtout le long de la côte du Norfolk, à Happisburgh, Bacton, Mundesley, Trimmingham et Cromer. Les nombreuses espèces de mammifères éteints que cite l'auteur exigeraient probablement encore une étude sérieuse.

M. J.-J. Henslow (4) a fait connaître des concrétions du crag rouge de Felixstow, les mêmes que M. J. Brown (5) a analysées et

---

(1) *On the fossil shells*, etc. Sur les coquilles fossiles du crag. Genre *Bulla*. (*Magaz. of nat. history*, sept. 1839.) — *Descriptions of the species*, etc. Descriptions des espèces du genre *Lima* (*ibid.* mai 1839). — Famille des *Arcacées* (*ibid.* vol. IV, p. 230 et 294, mai 1840). — *Monographie des Mollusques du crag*, 1re partie, *Univalves*. 21 pl. (*Palæontographical Society*). — Catalogue des zoophytes du crag (*Magaz. of nat. history*, vol. XIII, p. 10. 1844).

(2) *Notice of the occurrence*, etc. Notice sur la présence de la *Voluta Lamberti* sur la côte du Suffolk, etc. (*Magaz. of nat. history*, 2e sér., vol. I, p. 35.) Cette coquille, d'après l'auteur, n'aurait plus son analogue vivant.—Sur la *Terebratula variabilis* (*ibid.* p. 90).— Sur une nouvelle coquille de la côte du Suffolk (*ibid.* 2e sér.. vol. I, p. 218). Cette espèce du crag nommée *Atractodon elegans* est voisine des Fuseaux. — Dents de *Carcharias megalodon* dans le crag rouge (*ibid.* p. 225). C'est probablement le *Carcarodon* des faluns de la Touraine. — M. Charlesworth (*The Athenæum*, 23 juillet 1842) pense que les débris de mammifères trouvés à Bacton n'ont point appartenu à un *Anoplotherium*, comme l'a dit M. R. Owen dans son rapport à l'association britannique à Manchester, mais bien à un ruminant voisin du Cerf ou de la Chèvre.—M. R. Owen a de nouveau motivé l'opinion qu'il avait émise (*The Athenæum*, 13 août 1842).—*On the occurrence*, etc. Sur la présence du genre *Physeter* dans le crag de Felixstow (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 1, p. 40). — Description des os fossiles appartenant à quatre espèces de Baleines (*ibid.* p. 37).

(3) *The history*, etc. Histoire, antiquités et géologie de Bacton. Norwich, 1842.

(4) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 1, p. 35.

(5) *The London geol. Journ.*, n° 1, p. 17. 1846.

dont il a trouvé la composition semblable à celle des nodules de l'argile de Londres, mais non à celle des *septaria* qui ne contiennent pas de phosphate. Ces nodules, qui paraissent être des coprolithes, renferment 50 pour cent de phosphate de chaux et 17 à 18 pour cent de carbonate.

M. R. Owen (1) a signalé les débris de la seule espèce de Mastodonte qui se trouve dans le crag supérieur du Norfolk, et il a fait voir ailleurs (2) que, pendant l'époque quaternaire comme pendant la période tertiaire supérieure, la distribution géographique des mammifères éteints offrait des formes particulières propres à chaque région, et que les mêmes formes étaient alors limitées aux mêmes pays comme elles le sont encore aujourd'hui.

Enfin les documents les plus récents que nous possédions sur la faune des divers étages du crag ont été empruntés aux travaux de M. S. Wood par M. Ed. Forbes (3), et nous croyons devoir les reproduire, quoiqu'ils diffèrent peu des précédents. Des 240 espèces de mollusques testacés du crag corallien, 73 vivent encore dans les mers britanniques. Sur ce nombre, 23 ont été trouvées dans les couches quaternaires du nord de l'Angleterre. Excepté le *Trichotropis borealis* Brod. et Sow. et le *Lottia virginea* Gray, qui sont des formes organiques du nord, toutes les autres s'étendent des côtes méridionales de l'Angleterre à la Méditerranée. Les espèces qui ne vivent plus autour des îles Britanniques commencent seulement à paraître, ou ont leur limite septentrionale au sud des mers d'Angleterre. Parmi elles, la *Cancellaria costellifera* Wood, fossile en Europe, vit encore sur les côtes des États-Unis. L'étude des polypiers conduit aux mêmes résultats, et sur 57 espèces, 18 ou 19 existent dans les mers voisines, associées avec des formes d'un caractère plus méridional.

Dans le crag rouge, sur 260 espèces de coquilles, 60 sont connues dans les mers britanniques, ce qui, toutes proportions gardées, est une quantité plus considérable que celle du crag inférieur. L'accroissement des formes organiques du nord est aussi plus prononcé. 41 espèces se retrouvent dans le terrain quater-

(1) *Rep.* 13th *Meet. brit. Assoc. at Cork.* 1843, p. 208.
(2) L. Horner, *Address delivered*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 206.)
(3) *On the connexion*, etc. (*Mem. of the geol. Survey of Great-Britain*, p. 362, in-8. Londres, 1846. — S. Wood, *Ann. of nat. History*, vol. IX.

naire, et sur ce nombre, 16 sont communes aux côtes d'Angleterre et d'Amérique, et associées avec 4 espèces des mers boréales américaines. Toutes les espèces du crag rouge qui ne se montrent point dans le crag corallien sont d'origine septentrionale, et les autres habitent des zones plus ou moins méridionales ou bien sont éteintes. Les polypiers, beaucoup moins nombreux aussi, présentent 25 espèces, dont 14 vivent encore sur les côtes, et parmi eux les formes méridionales ont également diminué.

Enfin, dans le crag de Norwich, on remarque un caractère septentrional encore plus prononcé, ou du moins un mélange de coquilles des côtes environnantes avec des coquilles du nord, et en outre, quelques espèces qui n'existaient pas auparavant. Il y aurait 29 espèces reconnues aussi dans le *till* quaternaire d'Écosse ; 4 qui sont des mers du nord, mais manquent dans le *drift*; 6 vivant dans les mers d'Angleterre, manquant dans le *till* ou le *drift*, mais signalées dans les dépôts quaternaires d'Italie; 1 qui vit dans la Méditerranée, mais n'existe plus sur les côtes d'Angleterre, manque également dans le *drift*; 5 d'origine arctique et ne vivant plus dans les mers d'Angleterre, et enfin 9 du crag qui sont éteintes. Nous avons dit (*antè*, p. 137) que la classification de ces divers étages, comme celle des dépôts quaternaires, proposée par M. Ed. Forbes (p. 403), ne paraissait pas assez bien motivée pour être préférée à celle d ses prédécesseurs, qui ont fait une étude plus complète des comtés de l'est de l'Angleterre (1).

§ 2. Puits naturels.

Nous traiterons ici des puits naturels signalés dans la partie orientale de l'Angleterre, et dont l'origine, comme les circonstances qui ont présidé à leur remplissage, n'a pas encore été complétement éclaircie.

---

(1) La *Leda pygmæa*, Ed. Forb., l'*Arca raridentata*, Wood, l'*Astarte Withami*, Brown, la *Turbinolia Milletiana*, Def., connues seulement à l'état fossile ont été trouvées récemment vivantes sur les côtes d'Angleterre. D'autres espèces, rares aujourd'hui, auraient été beaucoup plus abondantes autrefois et sembleraient prêtes à disparaître tout à fait, ce qui porte M. Forbes à penser qu'un certain nombre de formes organiques tertiaires se sont éteintes dans l'époque actuelle (*Rep.* 16th *Meet. brit. Assoc. at Southampton*, 1846.

La craie blanche à silex des environs de Norwich, dit M. Lyell (1), est couverte de sable ferrugineux et de gravier avec un peu d'argile rouge, d'une épaisseur variable. La craie offre des sillons profonds, des arêtes étroites, des trous et des protubérances plus larges au sommet qu'à la base. A Eaton, deux lieues à l'ouest de Norwich, il y a des trous cylindriques (*sand-pipes*) remplis de matières meubles qui proviennent évidemment du dépôt tertiaire placé au-dessus. Ces trous ressemblent d'ailleurs à ceux de beaucoup d'autres districts d'Angleterre où la craie est aussi recouverte de sable et de gravier. Les trous d'Eaton sont symétriques et en forme de cônes renversés. La largeur de leur orifice varie de quelques centimètres à plusieurs mètres; à la partie inférieure ils se terminent en pointe, et presque tous sont verticaux.

Ces cavités renferment du sable et des cailloux roulés, des silex de la craie non roulés et une argile fine sableuse. Les cailloux roulés sont principalement des silex noirs, et quelques uns sont de quartz blanc. On y trouve aussi des fragments de grès anguleux, et tous sont semblables à ceux du dépôt meuble qui recouvre la craie. L'argile est également la même. En général, le sable et les cailloux occupent le centre des trous, tandis que l'argile en tapisse les côtés et le fond ; mais nulle part on ne rencontre de matière calcaire. Quelques gros rognons de silex, dont la forme première est intacte, sont placés isolément, à diverses profondeurs, dans les trous les plus larges; mais on n'en remarque point qui aient été accumulés au fond. Les trous de moindre dimension sont souvent traversés par des lits horizontaux de rognons demeurés en place après l'enlèvement de la craie, et trop volumineux pour tomber au fond de la cavité dans les parois de laquelle ils sont restés engagés en partie.

L'argile qui enduit ces parois sur une épaisseur de 0m,02 ou davantage, et qui est plus épaisse au fond, s'étend aussi sur les bords du trou jusqu'à une certaine distance, supportant le dépôt de sable et de cailloux. Dans le voisinage immédiat des trous, la craie est tendre, friable et un peu colorée par un mélange de sable fin, d'argile et de fer. On voit encore dans des fissures de la craie des lits

(Londres, 1847), p. 69 des *Notices*). J. G. Jeffreys, 18th *Meet. brit. Assoc. at Swansea*, 1848. *L'Institut*, 15 nov. *id.*).

(1) *On the tubular cavities*, etc. Sur les cavités tubulaires remplies de gravier et de sable, appelées *sand-pipes*, dans la craie près Norwich. (*London and Edinb. philos. Magaz.*, oct. 1839).

très minces d'argile verdâtre ou rougeâtre introduite d'en haut par les fentes verticales ou obliques. La présence d'un trou dans la craie est annoncée dans le dépôt de gravier qui la recouvre par l'oblitération de la stratification. Quelquefois les lits de gravier et de sable s'inclinent vers le trou de manière à prendre dans celui-ci une position verticale, comme s'ils y étaient tombés par le manque de support. Le dépôt de sable et de cailloux dont il s'agit ici appartient au crag de Norwich.

A Hegham des trous obliques et tortueux sont assez fréquents. Ils ont jusqu'à 10 mètres de profondeur et même davantage. Les espèces de poches que l'on y remarque à diverses hauteurs sont les extrémités de trous irréguliers dégagés par l'exploitation. Le lit de silex de la craie y est ondulé, comme s'il avait été dérangé. Des excavations plus ou moins analogues se voient à Hellesden ; à Thorp un trou de6 mètres de large est rempli de gravier, de sable, d'argile, de pierres et de silex de la craie. On peut l'observer sur une hauteur de 12 mètres se rétrécissant très régulièrement vers le bas. Dans sa partie supérieure, il traverse un banc de sable de 3 mètres d'épaisseur qui recouvre la craie, et dont quelques lits sont remplis de fossiles du crag de Norwich. Un lit d'argile sableuse garnit les parois du trou, sur une étendue de plusieurs mètres, passant de la craie dans le lit sableux qui est au-dessus pour se prolonger ensuite horizontalement autour du trou. Au contact et en dedans de cette argile se trouve un autre lit de sable ferrugineux, endurci, renfermant des moules de coquilles marines, non seulement dans sa partie horizontale, mais encore dans celle qui descend le long de la cavité jusque dans la craie ; au contact de celle-ci et du sable il y a un lit de gros silex un peu roulés.

Relativement à l'origine de ces cavités cylindroïdes ou conoïdes, M. Lyell pense que la craie a été enlevée par l'action d'une eau chargée d'acide. Les nodules siliceux seraient alors restés en place dans les petits trous, par suite de la dissolution de leur gangue. D'après la manière dont les grands rognons sont disséminés parmi les matériaux qui remplissent les trous les plus larges, on peut juger que le creusement et le remplissage ont été graduels et contemporains ; car, si le creusement se fût opéré avant l'introduction d'aucune matière étrangère, on trouverait nécessairement au fond des trous, qui ont 15 et 20 mètres de hauteur sur 7 de largeur, des tas de silex qui y seraient tombés par suite de la disparition de leur gangue. Les strates du crag de Norwich avaient été déjà déposés sur

la craie lors de l'excavation des trous, comme le prouve la manière dont les lits de gravier y sont tombés.

M. Lyell fait voir ensuite que l'hypothèse qui attribue les trous à des sources acides provenant de grandes profondeurs n'est pas applicable à la plupart d'entre eux, puisque leur diamètre diminue de haut en bas et qu'ils sont complétement fermés à leur extrémité inférieure. Il regarde comme plus probable qu'ils ont été formés par des eaux de pluie imprégnées d'acide carbonique et descendues dans des trous ou sillons préexistant à la surface de la craie.

Cette manière de voir, émise d'abord par M. Blackadder, puis par M. de la Bèche, s'est trouvée confirmée par les observations de M. Strickland, qui a remarqué à Henley, sur les bords de la Tamise, des enfoncements dans le gravier qui recouvre la craie. Ces effets se produisent à 60 ou 90 mètres au-dessus de la rivière, et loin de toute cause apparente, telles que des eaux courantes que l'on pourrait supposer avoir miné le gravier en-dessous. Celui-ci a de 3 à 6 mètres d'épaisseur, et les enfoncements qui sont soudains laissent au-dessus une cavité presque circulaire de 1 à 2 mètres de large sur $0^m,60$ à $1^m,20$ de profondeur.

Ces affaissements ne paraissent pas avoir lieu dans les endroits où la craie est à nu, la pluie étant sans doute alors également absorbée par toute la surface, au lieu d'être dirigée sur certains points particuliers, comme cela doit avoir lieu lorsque l'argile et le gravier occupent la superficie du sol. S'il en était ainsi, la plupart des cavités remplies de gravier, et si communes dans la craie, résulteraient de l'action des agents atmosphériques. Dans le cas où, comme à Thorp, le puits pénètre dans le sable et le gravier jusqu'à une certaine hauteur, on peut supposer que la partie supérieure du dépôt traversé a été enlevée par dénudation, et que d'autres lits se sont ensuite formés au-dessus. Quant à l'argile sableuse trouvée au fond et contre les parois, aussi bien qu'autour de l'orifice du puits, on doit penser que ce sont les parties les plus ténues des couches de sable et de cailloux placées au-dessus qui ont été entraînées, puis déposées par les eaux filtrant au travers. La craie, autour des trous et à sa surface de contact avec l'assise de transport, renferme en effet une certaine quantité de cette matière argilo-sableuse.

L'hypothèse du creusement successif s'accorde également avec la position des sables et des cailloux qui, d'abord horizontaux, ont à présent dans les puits une position verticale. Si les puits avaient été remplis tout d'un coup, cet arrangement n'aurait pas eu lieu et

l'on n'apercevrait point de stratification parmi les matériaux qui, dans les puits les plus larges, sont descendus à une grande profondeur par des mouvements successifs.

M. W. Stark (1) a constaté l'exactitude des faits signalés par ses prédécesseurs autour de Norwich, ainsi que le remplissage ultérieur des puits naturels; mais il regarde la formation des cavités comme contemporaine de la craie et résultant de son mode de dépôt; opinion qui paraîtra peu vraisemblable, si l'on a égard aux caractères des cavités elles-mêmes. M. W. Buckland (2), après avoir cité plusieurs exemples de ravinement de la craie, conclutque tous ces effets peuvent être attribués à l'action d'eaux acidulées. Les éruptions volcaniques, fréquentes pendant l'époque tertiaire, ont pu sur certains points imprégner les eaux de la mer d'acide carbonique qui aurait dissous la craie sous-jacente alors immergée. Depuis, et aujourd'hui encore, des effets du même genre corrodent et forment des cavités à la surface de la craie, sous la couche perméable de sable et de gravier.

M. J. Trimmer (3) est arrivé de son côté à une conclusion tout à fait opposée, en attribuant les puits naturels à une action mécanique et non chimique de l'eau. Cette action aurait été le choc et le brisement des vagues sur une côte basse, avant le dépôt tertiaire inférieur. L'auteur a reconnu que les cavités en question ne sont que la terminaison ou l'extrémité de sillons de $0^m,15$ à $0^m,60$ de profondeur, dans les parties les moins excavées mises à découvert, mais qui s'élargissent et s'approfondissent en approchant des puits, jusqu'à ce qu'enfin ils se confondent avec eux. Contrairement à ce que nous venons de rapporter d'après M. Lyell, les silex du dépôt meuble qui recouvre la craie ne seraient point roulés, tandis que le petit nombre de ceux que l'on trouve dans les puits sont extrêmement usés et arrondis. Enfin, il y aurait encore d'autres caractères attribués à une action mécanique; et l'auteur signale, aux environs de Norwich, beaucoup d'exemples de ces sillons aboutissant à des trous cylindroïdes creusés dans la craie avant le dépôt du crag supérieur.

---

(1) *The London and Edinb. phil. Magaz.*, vol. XIV, p. 257 et 455. 1839.

(2) *Rep. 9th Meet. brit. Assoc. at Birmingham.* 1839, p. 76.

(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 6.

Cette étude détaillée, faite par M. Trimmer (1) avec un grand soin et accompagnée de dessins propres à jeter beaucoup de jour sur ses descriptions, doit faire abandonner toute idée que ces trous ou puits naturels aient jamais pu servir de passage à des matières venues de l'intérieur du sol. Ils sont d'ailleurs semblables à ceux que nous signalerons en France sur beaucoup de points, et ils doivent probablement leur origine aux mêmes causes que les sillons et les trous dont nous avons parlé (*antè*, vol. I, p. 314, et vol. II, chap. I et V) et que l'on avait attribués à tort à l'action des glaciers.

§ 3. Formation tertiaire inférieure. Bassin de la Tamise (2).

Depuis longtemps la base de la formation tertiaire inférieure, dans le bassin de la Tamise comme dans celui du Hampshire, a reçu le nom d'argile plastique (*plastic clay*). Au-dessus vient une masse argileuse très puissante ou argile de Londres (*London clay*), et, sur les limites des comtés de Surrey, de Berkshire et de Hampshire, un épais dépôt de sables de diverses couleurs appelés sables de Bagshot est plus récent que les groupes argileux précédents. Le bassin du Hampshire offre en outre des couches lacustres et fluvio-marines.

Jusqu'en 1847 on avait pensé que l'argile plastique et l'argile de Londres étaient représentées dans le bassin du Hampshire et de l'île de Wight, l'une par les couches de Bognor et les strates redressés de la baie d'Alum, l'autre par les sables coquilliers de Bracklesham, les couches argileuses non redressées de l'île de Wight et celles des falaises de Barton. Nous avions regardé les sables de Bagshot comme parallèles aux sables sans coquilles de la baie d'Alum et de la falaise d'Hordwell, et quant aux dépôts lacustres et fluvio-marins de ces deux localités, ils étaient restés sans représentants dans le bassin de la Tamise. Mais tout récemment, M. J. Prestwich, géologue très

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 300. 1845.

(2) Nous partageons entièrement l'opinion exprimée par M. de la Bèche (*a*) sur l'impropriété, dans beaucoup de cas, du mot *bassin;* mais l'impossibilité de lui en substituer un meilleur et déjà adopté nous l'a fait conserver, d'autant plus qu'il ne donne lieu à aucune confusion et qu'il est pris dans un sens relatif bien connu des lecteurs. En substituant d'ailleurs le nom de la rivière principale à celui d'une ville on se rapproche déjà beaucoup de la vérité et l'on indique une surface qui a des limites tracées par la nature elle-même, tandis que les expressions de *bassin de Londres*, *bassin de Paris*, etc., sont impropres à tous égards.

(*a*) *Manuel géologique*, traduction française, p. 249.

distingué, connu surtout par un excellent travail sur le bassin houiller de Coalbrook-Dale, a publié les premiers résultats d'une étude comparative des bassins de la Tamise et du Hampshire, résultats qui modifient profondément les rapports admis jusque-là. Cependant, plusieurs portions considérables des deux bassins restant encore à examiner, et divers points de la nouvelle classification proposée n'étant pas complétement éclaircis, nous suivrons encore celle qui avait été adoptée précédemment. Cette marche aura d'ailleurs l'avantage de classer les observations dans l'ordre que les auteurs leur avaient assigné, et ensuite de faire mieux comprendre les modifications qu'a introduites M. Prestwich, et par l'exposé desquelles nous terminerons ce que nous avons à dire du terrain tertiaire inférieur de l'Angleterre.

Dans ses observations sur la structure géologique des environs de Reading (Berkshire), M. J. Rofe (1) a décrit près de Katesgrove le groupe de l'argile plastique que l'on traverse pour atteindre la craie exploitée dessous. Le banc d'Huîtres (*Ostrea bellovacina*, Lam. et ses variétés) repose sur celle-ci, et, quoique n'ayant que 0m,55 d'épaisseur, il est divisé en deux parties : l'inférieure, qui est une argile brune avec la grande variété de l'*Ostrea bellovacina*, et la supérieure, qui est un sable glauconieux avec des nodules verts et des silex roulés. Au-dessus est un lit mince d'argile avec des cristaux de gypse, puis vient un banc de sable blanc rempli de nodules creux. Le reste de la coupe avait été donné antérieurement par M. Buckland (2), sauf cependant un lit de coquilles situé vers le haut de la colline, et qui, malgré son excessive minceur, se retrouve sur plusieurs points autour de Reading. Ce lit renferme la *Cythere incrassata*, Lam., le *Pectunculus brevirostris*, Sow., la *Modiola elegans*, id., le *Dentalium planum*, id. et l'*Ampullaria sigaretina*, Lam. ; espèces qui se trouvent toutes à Bognor (Sussex).

La colline de Hampstead-Heath, au nord-ouest de Londres, présente à sa partie supérieure des sables probablement du groupe de Bagshot, et au sud de Lower-Heath se montre l'argile de Londres traversée sur une hauteur de 87 mètres par un puits creusé en cet endroit. Au-dessous, on a rencontré une roche dure de 1m,50 d'épaisseur, puis le groupe de l'argile plastique de 12 mètres.

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, p. 127. 1834.

(2) *Ibid.*, 1re sér., vol. IV, p. 278.

Dans cette coupe, dont on doit les détails à M. T. Wetherell (1), la partie supérieure de l'argile de Londres, sur une hauteur de 9 mètres, est brune, rougeâtre, tendre, et renferme des cristaux de sélénite et des pyrites. Au-dessous il y a 61 mètres d'argile bleue ou brun foncé avec de nombreux *septaria*, et vers le bas la roche devient sableuse. A 80 mètres de l'orifice du puits, on a trouvé des fruits semblables à ceux de l'île de Sheppey, des graines comme celles de Highgate-Archeway et des pyrites cylindriques analogues à celles de la craie. Plus bas, on a rencontré des argiles remplies de végétaux comprimés et décomposés, puis, à la séparation de l'argile de Londres et de l'argile plastique, une roche dure, à grains verts et en partie siliceuse avec *Rostellaria lucida*, Sow., *Natica glaucinoides*, Desh., *Nucula*, *Panopœa intermedia*, Sow., *Cardium nitens*, Sow., *Venus incrassata*, Sow. (*Cytherea*, id., Lam.), coquilles qui se rencontrent également dans les roches de Bognor. L'argile plastique est panachée de gris, de rouge, de blanc et de jaunâtre. On n'y a pas signalé de fossiles en cet endroit, et à 100^{m},56, on a atteint le sable vert avec de petits silex roulés qui annoncent le voisinage immédiat de la craie. L'auteur a donné en outre la liste des fossiles recueillis dans les diverses assises de l'argile de Londres que l'on a traversées. Cette liste comprend 4 espèces de polypiers, 1 Astérie, 1 Spatangue, 2 Pentacrinites, 4 crustacés, 34 coquilles bivalves, 20 univalves et un assez grand nombre de coquilles foraminées.

M. J. Morris (2) a ajouté aux travaux de MM. Webster et Buckland des détails sur les coupes de l'argile plastique à Woolwich, près Londres, à Northaw (Hertfordshire) et à Headley (Surrey); mais les trois divisions qu'il a cherché à établir semblent être plutôt géographiques que stratigraphiques.

Dans le bassin de la Tamise comme dans celui du Hampshire, et sur le continent, dans la Belgique et le nord de la France, nous avons fait voir (3) que l'on trouvait presque constamment au con-

---

(1) *Observations on a well*, etc. Observations sur un puits creusé sur le côté méridional de Hampstead-Heath. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 131. 1834). — Voyez aussi : Richardson. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 79).

(2) *Magaz. of natur. History*, juin 1835. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 450. 1837.

(3) D'Archiac, *Essai sur la coordination des terrains tertiaires*, etc. (*Bull.*, vol. X, p. 173 et 180. 1839.)

tact de la craie un lit de 0m,30 à 0m,40 d'épaisseur, formé de silex roulés, enveloppés dans un sable vert ou ferrugineux. Au-dehors ces silex, souvent rugueux, sont d'une teinte vert foncé, et à l'intérieur ils présentent des zones jaunes et brunes qui disparaissent vers le centre dont la matière siliceuse noire ou grise n'a point subi d'altération (Charlton, Loampit-Hill et Croydon près Londres; Northaw dans le Hertfordshire). Au-dessus vient un banc de sable glauconieux ou ferrugineux, micacé, très fin et dont l'épaisseur atteint de 5 à 10 mètres (Upnor, près Rochester, bords du parc de Sundridge près Bromley, Croydon, Headley, Woolwich, etc.). Cette assise, si constante des deux côtés du détroit, et que nous avons nommée *glauconie inférieure*, est surmontée de lits avec *Ostrea bellovacina*, Var., *a* et *b*, de lits de sable plus ou moins argileux avec des coquilles fluviatiles et d'embouchure et quelques espèces marines (*Cyrena cuneiformis*, Fer., *Melania inquinata*, Def., *Neritina globulus*, id., *Cerithium variabile*, Desh., *Melanopsis buccinoidea*, Fer., *Buccinum ambiguum*, Desh.), puis de bancs de lignite représentés seulement dans le groupe de l'argile plastique du bassin de la Tamise par des veines charbonneuses sans importance, et au-dessus desquelles viennent des argiles panachées plus ou moins développées (Upnor, Woolwich, Diptford, Lewisham, Sundridge-Park, près Londres, Reading (Berkshire), Northaw, Headley, etc.).

D'après les documents qu'a recueillis M. Mitchell (1) sur les puits creusés ou forés dans le comté d'Essex, et sur l'hydrographie souterraine du pays, on voit que l'épaisseur de l'argile de Londres et celle du dépôt de cailloux roulés qui la recouvre sont extrêmement variables. Il en est de même de la profondeur des puits, dont les uns n'arrivent qu'à la base du terrain diluvien, les autres descendent jusqu'à certains lits de sable subordonnés à la masse argileuse et le plus grand nombre traversent toute celle-ci. Ceux dont l'eau est la plus abondante atteignent le sable qui repose sur la craie, et prouvent ainsi la continuité de la glauconie inférieure dans cette partie du bassin. On sait par M. G. Rennie (2) qu'à 2 lieues au-dessous du pont de Londres les couches qui forment le fond de la Tamise appartiennent à l'argile plastique et sont caractérisées, comme partout, par la *Cyrena cuneiformis*.

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 131.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 260. 1846.

Les falaises des environs d'Harwich (Essex), dont la base est formée par l'argile de Londres recouverte quelquefois par des lambeaux de crag (Felixstow, à trois milles au nord de Languard-Fort, Walton, etc.) ou par le diluvium, sont exposées à l'action des vagues qui souvent parviennent à les détruire. On y exploite, pour la fabrication des ciments, des lits minces de marne endurcie, d'une teinte plus foncée que celle de Sheppey (1). A Walton-Naze les débris de végétaux et les pyrites y sont très répandus.

On a vu que plus au nord, dans le Suffolk, l'argile de Londres s'amincissait de plus en plus et cessait tout à fait avant d'atteindre les côtes du Norfolk, où le crag, même le plus récent, repose immédiatement sur la craie. L'argile plastique du Suffolk paraît être difficile à distinguer de certains dépôts quaternaires, et, comme elle ne constitue que des lambeaux détachés, M. W. B. Clarke (2) pense qu'elle a été fortement dénudée, et a dû participer, du moins en partie, aux dislocations de la craie.

Paléontologie. Mollusques.

M. H. Warburton (3) a fait connaître dans l'argile plastique de New-Cross (Kent) un lit de *septaria* renfermant des coquilles d'eau douce. Ce lit se trouve au-dessous des couches de sable avec Huîtres et Cérites. La Paludine que l'auteur y signale a été rapportée par M. Ed. Forbes à la *P. vivipara*, Lam., détermination qui nous paraît douteuse, vu l'ancienneté de ce dépôt lacustre, qui se trouverait à peu près sur l'horizon du calcaire de Rilly (France). Cette coquille ne serait-elle pas la *P. aspersa*, Mich.? ou la *P. Desnoyersi*, Desh.?

Les falaises de la côte nord du Kent, de Whitstable à Herne-Bay, formées par l'argile de Londres, sont modifiées sans cesse par les éboulements. M. W. Richard (4), qui en 1839 n'y trouva plus les lits de coquilles qu'il avait observés les années précédentes, y découvrit alors une grande quantité de végétaux et surtout des fruits de conifères, des graines, etc., et des débris d'*Hyracotherium*.

(1) Mitchell, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 259.
(2) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 359. — *Proceed.* id., vol. II, p. 528.
(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 389. 1845. — Quelques échinodermes du crag ont été mentionnés par MM. Agassiz et Desor dans leur *catalogue des échinodermes*. (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, vol. VI, VII, VIII. 1847).
(4) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 211. 1842.

M. T. Wetherell s'est occupé à plusieurs reprises des coquilles de l'argile de Londres. Ainsi il a donné successivement des *Observations sur les fossiles recueillis dans le tunnel du chemin de fer de Londres à Birmingham* (1), une notice sur une Rotalie fixée à un *Vemertus bognorensis* (2), une autre sur quelques débris organiques qui paraissent provenir de végétaux et de spongiaires (3); enfin il a signalé une nouvelle espèce de Bulime (*B. tenuistriatus*) de Primrose-Hill (4), coquille sénestre, distincte, quoique voisine, des *B. ellipticus*, Sow., ou *costellatus*, id., et qui rappelle certaines formes organiques du calcaire lacustre de Rilly (France).

Crustacés. Quelques crustacés anomoures de Sheppey ont été décrits par M. Milne-Edwards (5), qui a fait remarquer que, parmi les décapodes, ce sont les brachyures, dont l'organisation est la plus élevée, qui paraissent avoir été créés les derniers, car on n'a encore trouvé au-dessous du terrain tertiaire que peu ou point de débris qui puissent y être rapportés.

Poissons. Dans son rapport sur les poissons fossiles de l'argile de Londres, M. Agassiz (6) s'est particulièrement occupé de ceux de l'île de Sheppey. Après avoir présenté l'ensemble de la faune ichthyologique actuelle des côtes d'Angleterre, qui comprend 155 espèces réparties dans 81 genres, il lui compare la faune tertiaire de Sheppey, et trouve que si cette dernière offre dans son ensemble des caractères un peu différents, on doit reconnaître que, dès cette époque, la répartition et l'association des types étaient, à très peu près, soumises aux mêmes lois que de nos jours. Cependant la faune se trouvait dans des conditions climatériques différentes de celle des côtes actuelles de la Grande-Bretagne, et très probablement plus chaudes, si l'on en juge par la comparaison des fa-

---

(1) *The London and. Edinb. philos. Magaz.*, vol. IX, p. 462. 1836.

(2) *Magaz. of nat. History*, avril 1839. — *London and. Edinb. philos. Magaz.* vol. IX, n° 56, décembre 1836.

(3) *Magaz. of nat. History*, octobre 1839.

(4) *London geol. Journal* n° I, p. 20. 1846.

(5) *Extr. des procès-verbaux de la Soc. philomatique*, 8 juillet 1837. — *L'Institut*, id.

(6) *Rep. 14th Meet. brit. Assoc. at York*, 1844 (Londres 1845), p. 279. — *Ann. des sc. naturelles*, 3e série, vol. III, p. 21. 1845. — *Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXXVIII, p 178, 1845. — *The Athenæum*, n° 886, p. 956.

milles avec celles des contrées tropicales, à l'exception toutefois de celle des *ganoïdes* qui appartient aux mers du nord.

Parmi les poissons osseux, 44 espèces appartiennent à 37 genres et sont réparties dans 13 familles. Peu d'espèces se rapportent à des genres encore existants; ainsi les genres *Megalope*, *Cybium*, *Tetrapterus* et *Myripristis* sont les seuls qui aient des représentants dans les mers actuelles, et encore n'est-ce que dans les régions tropicales. Le nombre total des espèces provenant de l'île de Sheppey est de 92, plus une dizaine qui n'ont pas été suffisamment déterminées. Dans une communication subséquente (1), l'auteur a ajouté quelques nouveaux détails et fait observer que les poissons du bassin tertiaire de la Seine paraissent avoir vécu sur un fond rocheux ou de coraux, tandis que ceux de l'argile de Londres ressemblent aux poissons qui, dans les mers actuelles, peuplent les eaux peu profondes et vaseuses.

Reptiles.

M. R. Owen, qui a décrit cinq espèces de tortues marines de l'argile de Sheppey et une sixième provenant du même groupe près d'Harwich, a fait remarquer que ces chéloniens avaient été rapportés à tort à des *Emys*, et que l'argile de Londres présentait ainsi, dans une surface très restreinte, un plus grand nombre d'espèces du genre marin *Chelone* qu'il n'en existe aujourd'hui sur tout le globe, où l'on n'en connaît encore que cinq bien caractérisées. Le même savant mentionne encore des débris d'ophidiens de l'île de Sheppey (2).

Mammifères.

M. Charlesworth (3) a signalé une mâchoire d'*Opossum* dans l'argile de Woodbridge (Suffolk), ainsi que quelques dents de *Lamna*, et M. Allport (4) a constaté le premier l'existence du genre *Lophiodon* dans le bassin de la Tamise, en recueillant une dent de cet animal à Croydon dans une couche appartenant au groupe de

---

(1) *Rep. 16th Meet. brit. Assoc. at Southampton*, 1846. (Londres 1847), p. 52 des *Notices*. — Voyez aussi : R. Owen, *An ichthyolites from Sheppey*. (*Ann. and Magaz. of nat. History*, n° 123, janv. 1847.)

(2) *Description of some ophidiolites*, etc. Description de quelques ophidiolites (*Palæophis toliapicus*), indiquant l'existence d'une espèce éteinte de serpent. Ce sont des vertèbres de la grandeur de celles d'un *Boa constrictor*. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. VI, p. 21. 1842.) — *Proceed, id.* vol. III, p. 162.

(3) *Magaz. of nat. History*, sept. 1839.

(4) *The Geologist*, p. 66. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 399. 1842.

l'argile plastique. M. R. Owen (1) a décrit aussi des ossements de mammifère (*Hyracotherium leporinum*) et d'oiseau (*Lithornis vulturinus*) provenant de l'argile de Londres, où ils ont été trouvés par M. Richard. Le *Lithornis* est le premier oiseau dont on ait reconnu des traces dans ce groupe. Des restes de chéiroptères, de plantigrades et de carnivores digitigrades paraissent avoir aussi été rencontrés aux environs de Woodbridge.

Mais l'une des découvertes les plus intéressantes qui se rattachent à la faune tertiaire du bassin de la Tamise est celle qu'a faite M. S. Wood (2) d'une mâchoire de singe trouvée à Kyson, près Woodbridge, dans un sable blanc recouvert d'une argile bleue. M. R. Owen (3) a rapporté cette mâchoire au groupe des Macaques et rappelé à cette occasion que des débris de quadrumanes avaient été observés dans les couches tertiaires de l'Inde, du sud de la France et du Brésil. Ceux de l'Inde se rapportent à des Semnopithèques; dans le sud de la France c'est une espèce d'*Hylobates*, et les ossements recueillis dans l'Amérique méridionale (bassin du Rio du Velhas) appartiennent aux formes propres au nouveau monde. Ils sont surtout très voisins du genre *Callithrix*, mais proviennent d'espèces plus grandes du double que celles qui vivent aujourd'hui. Ainsi, continue le célèbre zoologiste anglais, non seulement nous avons la preuve de l'existence des quadrumanes pendant l'époque tertiaire, mais encore nous savons que quatre des modifications actuelles de cet ordre avaient alors des représentants et se trouvaient distribuées sur des points de la surface du globe dont le climat a tellement changé depuis, que ces animaux n'y pourraient plus vivre aujourd'hui. Nous ferons cependant remarquer que M. Owen compare ici des fossiles provenant de dépôts qui ne sont point contemporains. Si l'espèce de Macaque trouvée à Kyson appartient bien à l'argile de Londres, ce serait la plus ancienne, puisqu'elle serait de la période tertiaire inférieure; celle du midi de la France est contemporaine des dernières générations de la période moyenne. Pour les quadrumanes de l'Inde, nous verrons que, sans être encore bien déterminées, les couches qui les renferment sont, d'après les autres

(1) *Description of the fossil remains*, etc. Description de débris fossiles, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 203.)

(2) *Magaz. of nat. History*, sept. 1839, p. 444.

(3) *Ibid.* p. 446. — *Rep.* 12th *Meet. brit. Assoc. at Manchester*, 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 784. 1842.

mammifères qu'on y trouve, probablement de la période supérieure, si même elles ne sont plus récentes, et qu'enfin les quadrumanes du Brésil seraient peut-être dans un dépôt de l'âge des brèches osseuses et du remplissage des cavernes du même pays où nous en avons déjà signalés (*antè*, p. 384), et par conséquent de l'époque quaternaire.

Nous terminerons cet aperçu des publications sur les corps organisés du bassin de la Tamise, en rappelant le bel ouvrage de M. J. Scott Bowerbank (1) sur l'histoire des fruits fossiles et des graines recueillies dans l'argile de Londres, et particulièrement dans l'île de Sheppey.

Sables de Bagshot.

M. W. Buckland (2) a trouvé dans les sables de Bagshot, à Goldworth, au nord de Guilford, des empreintes de coquilles marines avec des dents de Squales et des plaques de Raies semblable s à celles de l'argile de Londres, des dents de poisson-Scie, puis les genres *Edaphodon*, *Passalodon* et *Amiebodon*, enfin une tortue rapportée à la famille des *Emys*. Ces divers fossiles, joints aux observations plus anciennes de M. H. Warburton, ont permis à M. Lyell de conclure que les sables de Bagshot, dont la place dans la série a été si longtemps incertaine, devaient appartenir à la formation tertiaire inférieure, opinion que nous avions déduite nous-même des seules considérations stratigraphiques, en plaçant ces couches parallèlement aux sables et grès moyens du nord de la France (3).

---

(1) *A History of the fossil fruits*, etc. Histoire des fruits fossiles et des graines du *London clay*, part. I. Londres 1840. Ouvrage accompagné d'un grand nombre de planches exécutées avec le plus grand soin.

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 687, mai 1838.

(3) D'Archiac, *Bull.*, vol. IX, p. 66. 1837.—*Ibid*, vol. X, p. 200. 1839.—*Skizze der tertiar Gebirge*, etc. (*Neu. Jahrb.* 1839, pl. X.)

Note hydrographique. A Mortlake (Surrey), un puits artésien a traversé : gravier 9 mètres, argile de Londres 73, argile plastique et sable 17, craie dure avec silex 10m 60, craie tendre 4m 50. En atteignant les sables de l'argile plastique, l'eau s'éleva dans le tube, mais resta en contre-bas du sol et l'on continua jusque dans la craie, d'où l'eau jaillit en abondance (W. Richardson, *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 449.) M. Clutterbuck, après avoir suivi la marche des eaux souterraines depuis la rivière Colne jusqu'à la Tamise au-dessous de Londres, et s'être rendu compte de leur origine, a fait voir que sous cette ville même, il existe une dépression de leur niveau naturel, due au grand épuisement d'eau effectué par les puits creusés soit dans la craie, soit dans le terrain tertiaire. Cette dépres-

§ 1. **Formation tertiaire inférieure. Bassin du Hampshire.**

Quoique nous désignions sous le nom de *bassin du Hampshire* la formation tertiaire du sud de l'Angleterre, elle s'étend en réalité beaucoup plus loin que les limites de ce comté. Ses dépôts sont souvent discontinus et représentés seulement par des lambeaux plus ou moins considérables. Ainsi, on en trouve des traces à l'est, depuis Seaford, sur la côte du Sussex, jusque près de Dorchester à l'ouest et peut-être jusque dans le Devonshire; au nord, elle se prolonge au-delà de Salisbury. La ligne de partage des eaux qui se jettent au nord dans la Tamise et de celles qui se rendent au sud directement à la mer sépare aussi, comme nous l'avons dit, les bassins tertiaires de la Tamise et du Hampshire; mais elle se trouve dans ce dernier comté très rapprochée des limites du bassin du nord, tandis que dans le Sussex, par suite de la disposition de la vallée de Weald et des collines qui la bordent, la limite du bassin méridional est rejetée au sud, le long de la côte où les dépôts tertiaires n'offrent que des lambeaux fort étroits. On peut remarquer encore que la limite vers l'ouest et le nord-ouest, dans le Wiltshire et le Dorsetshire, se conforme assez sensiblement à la direction et aux inflexions générales déterminées par les affleurements des formations secondaires. Nous décrirons les couches de ce bassin en nous dirigeant de l'O. à l'E.

Devonshire, Dorsetshire, etc.

On a vu (*antè*, p. 76) qu'il était douteux que tous les poudingues, incohérents, ou cimentés par du sable et de l'argile, épars à la surface du grès vert ou de la craie dans le Devonshire, appartinssent à la formation tertiaire inférieure, et en particulier à l'argile plastique. M. Cloyn Austen (1) a aussi mentionné ces couches de silex anguleux qui reposent sur le grès vert d'Haldon et de Blackdown. La forme des grands fragments, ou blocs de chert et de grès, les dis-

---

sion, qui s'accroît constamment, s'étend déjà à 2 ou 3 milles des limites de Londres. L'auteur a démontré en outre, au moyen de deux pluviomètres placés l'un à la surface du sol, l'autre à un mètre au-dessous, que dans l'espace de deux années il n'y a pas la moitié de l'eau tombée à la surface qui pénètre à un mètre de profondeur. (*Inst. of civil Engineers*, 9 mai 1843. — *The Athenæum*, 20 mai id.) Un puits artésien foré dans Piccadilly à Londres, a donné une eau jaillissante après avoir atteint la profondeur de 73 mètres. (*Ann des sc. géol.*, vol. I, p. 544. 1842.)

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie du sud-est du Devonshire. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 584.)

tingue du gravier superficiel qui les recouvre. Les blocs de conglomérat siliceux disséminés sur les collines, ou le long des vallées, surtout aux environs de Sidmouth, représenteraient pour l'auteur ces masses isolées du Wiltshire, connues sous le nom de *gray-wethers*. Des traces de Planorbes et de *Cypræa* paraissent y avoir été reconnues. Quant au lignite de Bovey subordonné à des glaises, l'absence de fossiles, celle de couches plus récentes au-dessus, sauf un dépôt de transport probablement diluvien, et sa disposition dans une dépression de roches secondaires et plus anciennes n'ont pas encore permis de déterminer son âge (1).

A trois milles à l'est de Dorchester finissent les couches tertiaires continues; mais, entre ce point et le grand escarpement sud-ouest de la craie, on en trouve des portions isolées, tels que de gros blocs de poudingues et de grès (*gray-wethers*) (2). Au sud de Dorchester, les silex roulés de la craie sont semblables à ceux de Black-Heath, près Londres, et, au sud-ouest de la même ville, il y a de nombreux lits de cailloux, de sable et d'argile qui ne diffèrent pas des lambeaux de l'argile plastique, dont les sommets les plus élevés du Wiltshire et du Hampshire sont couronnés. On voit en outre, comme dans le Hertfordshire, beaucoup de blocs de poudingue siliceux épars à la surface du sol, et une grande quantité de ces derniers sont accumulés à l'ouest de Blackdown dans la vallée dite *des Pierres*. Sur les collines crayeuses du Berkshire, au sud de Swindon, ils n'ont pas été roulés et sont peu éloignés du lieu de leur origine. Ces blocs sont répandus avec profusion près de Marlborough, dit M. H. Fitton (3), et composés de conglomérats siliceux semblables à ceux du Hertfordshire.

Vers la partie supérieure de la falaise de White-Nore, à Duscombe-Hill, à l'est de Sidmouth, et dans les falaises de Lyme à Axmouth, on trouve, continuent MM. Buckland et de la Bèche, des

---

(1) Voyez à ce sujet : H. T. de la Bèche, *Manuel géologique*, traduction française, p. 255.

(2) W. Buckland et T. de la Bèche, *On the geology*, etc. Sur la géologie des environs de Weymouth et la partie adjacente de la côte du Dorsetshire. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 1 avec carte et coupes. 1835.)

(3) *Observations on some of the strata*, etc. Observations sur quelques unes des couches entre la craie et l'oolithe d'Oxford. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 264, avec cartes et coupes 1836.)

[illegible] mélanges de sable et d'argile jaune [illegible] la craie [illegible] les [illegible] silex [illegible] sur [illegible] la dissolution de la craie par des eaux [illegible] silex [illegible] (1). [illegible] le nord et l'ouest de la France; [illegible] qui [illegible] les conglomérats du Devonshire [illegible] d'Exeter [illegible] cailloux [illegible] et les autres [illegible] avec [illegible]

Entre Lyme et Charmouth, on remarque des couches de silex brisés provenant du grès vert, et au sommet des [illegible]-Hills, les [illegible] de l'assise inférieure sont aussi [illegible] Au delà il devient difficile de distinguer les amas de cailloux anguleux des graviers [illegible] peu éloignés du lieu de leur origine. Ainsi les falaises d'Axmouth et de Sidmouth, dont nous venons de parler, sont [illegible] de graviers mélangés [illegible] et [illegible] de silex anguleux et de [illegible] qui reposent sur la craie.

Près de Pool, suivant M. W. B. Clarke (2), le groupe de l'argile plastique est composé de sable et de glaises diverses, renfermant beaucoup de fer, de manganèse et de sulfate d'alumine. Cette dernière substance a même donné lieu à des exploitations considérables. Les teintes du sable sont aussi variées que dans la baie d'Alum, et plusieurs couches sont fort micacées. Au nord de l'île de Purbeck tout le pays est occupé par des collines de sable et d'argile que séparent

---

(1) M. H. Fitton (a) signale des sillons du même genre, remplis par [illegible] dans le grès vert inférieur des environs de Dorking (Surrey) et dans la craie des environs de Petersfield (Hampshire).

(2) *On the phenomena*, etc. Sur les phénomènes que présente la formation de l'argile plastique dans le voisinage de Pool. (*Rep. 7th Meet. brit. Assoc. at Liverpool*. 1837. (Londres, 1838), vol. VI, p. 93.)

(a) Transact. geol. Soc. of London, 2e série vol. IV, p. 144 et 154.

des vallées et de profonds ravins. On voit les bancs de sable passer à des grès solides et très durs, et les *gray-wethers* du Wiltshire qui forment le Stonehenge ne seraient que des portions aujourd'hui isolées de ces assises de l'argile plastique, dont la puissance n'a pas moins de 180 mètres. L'auteur suppose que cette masse sableuse s'est déposée au fond d'un lac ou d'un golfe dont les bords étaient marqués par le lit de cailloux, et que depuis elle a été sillonnée à plusieurs reprises par des courants diluviens.

Hampshire.

Dans la falaise d'Hordwell, au-dessus de l'assise lacustre inférieure, est une couche qui représente le dépôt fluvio-marin de l'île de Wight, et dans laquelle M. S. Wood (1) a recueilli 55 espèces de coquilles, presque toutes marines. Dans les couches lacustres sous-jacentes, il a trouvé beaucoup de débris d'animaux vertébrés (*Palæotherium*, *Dichobune*, *Microchœrus* (*nov. gen.*), *Spalacodon*, Veau marin, *Alligator*, *Lepidostœus*, *Trionyx*, *Emys*, Lézard, ophidiens et oiseaux). Mme la marquise d'Hastings (2) a signalé aussi, dans les sables à coquilles lacustres, des restes de Crocodile, de *Paloplotherium* et de *Trionyx*, fossiles dont M. R. Owen (3) a donné la description, ainsi que d'autres ossements découverts par la même personne sur la côte nord-ouest de l'île de Wight (4).

Par suite de considérations purement stratigraphiques, nous avions mis ces couches lacustres d'Hordwell en parallèle avec le groupe du calcaire lacustre moyen du bassin de la Seine, et nous ajoutions, qu'en prenant la liste des fossiles on aurait encore plus de motifs « pour regarder la formation lacustre supé-
» rieure de l'île de Wight comme une dépendance de l'inférieure,
» et la couche de mélange qui les sépare, comme une de ces cir-
» constances locales si fréquentes dans les dépôts tertiaires du nord
» de la France. Cette circonstance n'aurait pas interrompu partout
» la formation des couches d'eau douce qui, prises dans leur

---

(1) *The London geol. Journ.* n° 1, septembre 1846. — *Rep.* 14th *Meet. brit. Assoc. at York.* 1844 (Londres, 1845), p. 50 des *Notices*. — *L'Institut*, 22 janvier 1845.

(2) *Rep.* 17th *Meet. brit. Assoc. at Oxford.* 1847. — *L'Institut*, 15 sept. 1847.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 17, n° 13, fév. 1848.

(4) *Ibid.*, p. 103, n° 14, mars 1848. Ce sont des restes d'*Hyopotamus vectianus* et *bovinus*.

» ensemble, paraissent correspondre seulement à la période du
» calcaire siliceux (3e groupe des environs de Paris (1). »

M. Lyell (2) ayant comparé avec M. Wood 70 espèces fossiles, tant des dépôts lacustres inférieurs et supérieurs de l'île de Wight que des marnes marines, sableuses et grisâtres qui les séparent, admit, à l'appui de notre opinion, que le tout était presque contemporain de l'argile de Londres, et appartenait à la formation tertiaire inférieure.

Ce groupe lacustre, qui occupe la moitié septentrionale de l'île de Wight, se montre sur une lieue environ de longueur dans la falaise opposée du Hampshire, au-dessous d'Hordwell. Il repose, dans cette dernière localité, sur une assise de sable sans fossiles recouvrant les argiles coquillières de Barton et que nous avons assimilé aux sables et grès moyens du nord de la France. C'est entre ce dépôt d'eau douce et le gravier diluvien très puissant, qui couronne la falaise, que M. Wood a constaté l'existence des sédiments marins ou d'embouchure dont nous venons de parler. Plus au nord la limite des couches lacustres n'a pas encore été bien déterminée.

A la partie occidentale de l'île de Wight, les mêmes couches reposent encore sur des sables qui recouvrent l'argile de Londres. MM. Webster, Buckland, Sedgwick et Lyell qui les ont décrites n'y ont reconnu aucun amas gypseux analogue à ceux des environs de Paris. « C'est, avons nous dit (3), une succession de strates » marneux, plus ou moins calcaires ou argileux, séparés par quel- » ques lits de sable ou de calcaire un peu siliceux, mais jamais calcé- » donieux, ni à l'état de meulière. A l'est de l'île ces couches prennent » une certaine consistance et leur épaisseur totale est de 18 à 20 mè- » tres. » MM. S. P. Pratt (4) et Allan, avaient recueilli des ossements de mammifères analogues à ceux du gypse des environs de Paris, mais, plus récemment, M. D. Fox a découvert, dans les carrières de Binstead et de Seafield, beaucoup d'os que M. R. Owen (5) a

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 210 et 216. 1839.
(2) *Ibid.*, p. 403.
(3) *Ibid.*, p. 209.
(4) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. III, p. 451.
(5) *Ibid.*, vol. VI, p. 41. 1841. — *Proceed. id.*, vol. III, p. 1. 1838. — Voyez aussi : *Description of an upper molar tooth*, etc. Description d'une dent molaire supérieure de *Dichobune cervinum* des marnes de Binstead. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 420. 1846.

rapportés aux *Palæotherium medium*, *crassum*, *curtum*, *minus*, aux *Anoplotherium commune* et *secondarium* et au *Chœropotame* de Montmartre. Après avoir énuméré les coquilles fossiles de ces assises lacustres, nous avons ajouté, que si l'analogie de position, d'origine et celle des fossiles de la classe des mammifères, suffisent pour faire admettre leur parallélisme avec les couches du bassin de la Seine, on voit aussi qu'il existe entre elles dans l'étendue, la puissance, les caractères minéralogiques et les débris de la classe des mollusques, des différences très notables résultant, sans doute, de différences correspondantes dans les circonstances extérieures.

M. Bowerbank (1), dans sa note sur l'argile plastique et l'argile de Londres de l'île de Wight, s'est proposé de démontrer que les couches redressées de la baie d'Alum ne peuvent être divisées en deux groupes, mais que toutes se relient entre elles et constituent une seule série. Déjà, en 1821, M. G. Sowerby avait exprimé la même opinion, contrairement à celle de M. Webster, de M. Sedgwick (1822), et de M. Lyell (2). M. Bowerbank décrit en détail la succession des strates qu'il regarde comme parallèles dans la baie de White-Cliff, et fait remarquer que les fossiles de l'argile de Londres (*Venericardia planicosta*, Lam.; *Sanguinolaria Hallowaysii*, Sow., etc.) se trouvent dans la sixième couche à partir de la craie. Plus haut, se montrent les petites Nummulites, des *Venus*, des Volutes, des Cérites; puis vient le niveau des grandes Nummulites, dans une couche contemporaine de celle de Bracklesham. Dans des lits encore plus élevés, se présentent d'autres coquilles très caractéristiques de l'argile de Londres (*Voluta luctator*, Sow., Huîtres, dents de Squales, etc.). Les conclusions et les considérations par lesquelles l'auteur termine son travail nous ont paru n'avoir pas toute la précision ni toute la clarté désirables; aussi passerons-nous, sans nous y arrêter davantage, à un mémoire plus récent de M. J. Prestwich (3), dans lequel ce géologue tout en

---

(1) *On the London and plastic clay*, etc. Sur l'argile de Londres et l'argile plastique, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 125. — *Transact. id.*, vol. VI, p. 169. 1841.)

(2) *Principles of Geology*, 1re éd., vol. III, p. 278.

(3) *On the tertiary formations*, etc. Sur les formations tertiaires de l'île de Wight. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 223. 1846, avec coupes.) — Voyez aussi G. A. Mantell, *Geological excursions*, etc. Excursions géologiques autour de l'île de Wight et le long des côtes voisines du Dorsetshire, montrant les phénomènes

[illegible]

[illegible]

[illegible] par les sables verts, [illegible] que dans celle de [illegible] dans les couches de l'île de [illegible] de Bracklesham appartiennent probablement au même niveau géologique. Le grand nombre des espèces de cette dernière [illegible] reconnues identiques avec celles du calcaire grossier moyen. Il existe, en outre, des différences [illegible] et minéralogiques assez prononcées entre les assises supérieures et inférieures de l'argile de Londres, dans la baie de White-Cliff comme dans celle d'Alum, quoiqu'elles soient moins sensibles dans la première de ces localités que dans la seconde.

[illegible] et les fossiles les plus intéressants. In-12 avec une carte et 20 planches. — M. J. Prestwich a signalé aussi la présence de *Cypris* dans les couches lacustres des falaises d'Hampstead, à l'est de Yarmouth. (*Rep.* 16th *Meet. brit. Assoc. at Southampton*, 1846 (Londres 1847), p. 56 des *Notices*.)

Viennent ensuite les dépôts fluvio-marins, distincts des précédents par leur origine et par leurs caractères minéralogiques, mais non par leur âge ni par leurs fossiles. Suivant l'auteur, ils passent au groupe sous-jacent et n'auraient aucun rapport avec les deux groupes lacustres du bassin de la Seine, ni avec les grès marins supérieurs qui séparent ces derniers. Le banc de sable sans fossiles d'Headen-Hill est d'origine marine, et au-dessus, le long de la baie de White-Cliff, il y a des coquilles marines et d'estuaire. Dans la baie d'Alum, ces caractères sont moins prononcés.

Les différences que nous venons de signaler et celles que l'on observe encore en remontant la série des sédiments tertiaires seraient dus à des changements survenus dans la profondeur des eaux, par suite de mouvements du fond de la mer. Diverses considérations déduites de l'examen des fossiles portent M. Prestwich à regarder les couches fluvio-marines comme représentant le calcaire grossier supérieur du bassin de la Seine où nous avons fait voir qu'il existait, en effet, des dépôts lacustres et de mélange assez étendus.

Relativement aux dislocations qui ont affecté les strates tertiaires de l'île de Wight, l'auteur s'est attaché à démontrer la probabilité d'un abaissement lent et tranquille du fond de la mer, à partir de l'époque des roches de Bognor. Ce mouvement s'est continué pendant le dépôt des sables et des argiles marines placées dessus ; puis il a diminué graduellement et a cessé lorsque se déposaient les couches fluvio-marines. L'estuaire s'est alors rempli, et enfin a été porté au-dessus du niveau de la mer. Le redressement actuel des couches est proportionnel à l'éloignement de la force qui a agi latéralement, à partir de la craie qui est verticale. Cette dislocation a eu lieu après la formation de toutes les couches tertiaires de l'île, mais il n'existe aucune preuve du moment précis où elle a été produite. Elle paraît résulter d'ailleurs d'une action brusque ou de courte durée. On sait que M. Élie de Beaumont (1) la rapporte au soulèvement des Alpes principales qui mit fin à l'époque tertiaire telle que nous l'avons définie.

Si, quittant l'île de Wight, nous remontons au nord le long des côtes du Hampshire, les résultats d'un forage exécuté à Southampton nous feront connaître la puissance des dépôts tertiaires sur ce point. On a traversé d'abord 24^m,40 de graviers diluviens et

(1) *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe*, p. 258. *Nota*. 1829.

de couches tertiaires supérieures, puis 91ᵐ.40 d'argile de Londres, 30ᵐ,40 d'argile plastique, et l'on s'est arrêté à 15ᵐ.20 dans la craie blanche. Un second puits, exécuté à peu de distance du précédent, a été poussé jusqu'à 283 mètres de profondeur totale, sans avoir traversé la craie, et l'eau ne s'est élevée qu'à 12ᵐ.20 en contre-bas du sol (1).

Sussex. M. J. S. Bowerbank (2) a publié quelques détails sur les couches sableuses de la baie de Bracklesham, à l'extrémité sud-ouest du Sussex, et dans lesquelles on connaissait depuis longtemps les fossiles suivants : *Nummulites elegans*, Sow., *N. lævigata*, Lam., *Corbula gallica*, id., *Venericardia planicosta*, id., *V. acuticostata*, id., *V. mitis*, id., *Turritella conoidea*, Sow., *T. edita*, id., *Cerithium cornucopiæ*, id., *Conus deperditus*, Lam., et un grand nombre d'autres espèces. M. Woodbine Parish (3) a donné la liste des fossiles de Bognor, localité située aussi sur la côte, à 8 milles à l'est de la précédente, et nous avons eu occasion de rappeler la position des lambeaux de sable de Castle-Hill et de Seaford qui représentent, plus à l'est, la glauconie inférieure et l'étage des lignites (4).

Paléontologie. On a vu que la formation tertiaire inférieure de l'Angleterre renfermait des débris de Crocodiles, de Tortues, de *Trionyx*, d'*Emys* et de grands serpents. Ces reptiles diffèrent spécifiquement de ceux qui vivent aujourd'hui sur d'autres points du globe ; mais les genres ne présentent, dit M. Owen (5), aucune différence essentielle. Aucune espèce de reptile tertiaire n'a encore été rencontrée dans la craie sous-jacente. Quant aux quadrupèdes mammifères, le même savant a établi que pendant les diverses périodes tertiaires ceux dont on retrouve les traces s'étaient succédé dans le voisinage immédiat des lieux où on les trouve à présent ensevelis, et qu'ils n'ont pas été

---

(1) J. R. Keele. *Rep. 16th Meet. brit. Assoc. at Southampton.* 1846 (Londres, 1847), p. 52 des *Notices*. — Voyez aussi : *Compt. rend.*, vol. II, p. 157. 1836. — W. Buckland, *Address to the mayor*, etc. Adresse au maire et aux membres du comité du puits artésien de Southampton. 1844.

(2) *Magaz. of nat. History*, vol. IV, p. 23, janv. 1840.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V. p. 262. 1835.

(4) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 174 et 178. 1839.

(5) *Report on british fossil reptiles*. Rapport sur les reptiles fossiles d'Angleterre, part. 2 (*Rep. 11th Meet. brit. Assoc. at Plymouth.* 1841 (Londres, 1842), p. 192. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 213. 1842.

apportés par des courants de pays éloignés plus méridionaux (1).

Les genres de mammifères éteints du terrain tertiaire inférieur dont nous nous occupons sont plus éloignés des types actuels que les Mastodontes, et les débris de genres encore existants, tels que les Macaques et peut-être les didelphes, y sont très rares, comme on pouvait le prévoir, à la latitude de l'Angleterre. Ces mammifères éteints y présentent d'ailleurs la même association que sur le continent. Ainsi aux *Lophiodon*, aux *Palæotherium*, aux *Anoplotherium*, aux *Dichobune*, aux Chœropotames se joint, seulement en Angleterre, l'*Hyracotherium*, très voisin du Chœropotame. Les espèces et les genres existants de mammifères s'éloignent de plus en plus des genres fossiles, et des formes nouvelles et étranges apparaissent à mesure que nos recherches se portent sur des périodes plus anciennes de l'histoire de la terre. Le caractère le plus extraordinaire de la faune fossile de l'Angleterre, dit M. Owen (2), c'est la preuve de la haute antiquité des mammifères (*Amphitherium* et *Phascolotherium*) trouvés dans les schistes oolithiques de Stonesfield et qui diffèrent autant des formes génériques tertiaires que celles-ci diffèrent des formes actuelles.

Irlande.

Nous dirons ici quelques mots des infusoires d'Irlande qui appartiennent à deux gisements différents. L'un, d'après M. Ehrenberg (3), renferme 99 espèces, dont 80 sont des infusoires à test siliceux, et les 19 autres sont des fragments de plantes également siliceux. La masse principale se compose de Gallionelles communes à d'autres localités de France et d'espèces propres à l'Irlande. Le second gisement, qui appartient aussi à la partie septentrionale de l'île, présente des formes très mélangées. On y distingue 43 corps organisés différents, entre autres la *Navicula punctata*, espèce caractéristique de la Suède. Ces deux terres à infusoires, d'une teinte brun clair, se trouvent dans les monts Mourn, dans le comté de Down, et sont évidemment des dépôts d'eau douce. En Angleterre, l'auteur cite encore 82 espèces d'animaux microscopiques.

---

(1) L. Horner, *Address delivered*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 216).

(2) *Report on the british fossil mammalia*, etc. Rapport sur les mammifères fossiles d'Angleterre. (*Rep. 12th Meet. brit. Assoc. at Cork.* 1843 (Londres, 1844), p. 208).

(3) *Acad. des sciences de Berlin*, déc. 1842. — *L'Institut*, 11 mai 1843.

§ 5. Classification de M. Prestwich (1).

M. B. J. Prestwich s'est attaché à prouver que l'argile de Londres de Highgate, de l'île de Sheppey et d'autres localités aux environs de la capitale, n'est pas, comme on l'a dit, contemporaine du calcaire grossier, des argiles de Barton, ni des argiles et des sables de Bracklesham, mais qu'elle est plus ancienne et par conséquent occupe une position plus basse dans la série. Dans son mémoire sur l'île de Wight dont nous venons de rendre compte, l'auteur avait appliqué l'expression d'argile de Londres (*London clay*) aux argiles de Barton, aux sables de Bracklesham, etc., et désigné par le nom de couches de Bognor (*Bognor beds*) les assises placées dessous; mais il reconnaît actuellement que ces dénominations doivent être changées; ainsi les argiles de Barton et les sables de Bracklesham restent encore parallèles aux couches désignées comme argile de Londres dans les baies d'Alum et de White-Cliff; mais les couches de Bognor, qui sont plus basses, représenteraient seules à présent la véritable argile de Londres du bassin de la Tamise, et au-dessous viennent seulement les argiles et les sables du groupe de l'argile plastique.

Comparaison de l'argile de Londres et du calcaire grossier.

(P. 355). Après avoir rappelé ce qui avait amené à considérer comme parallèles les couches de Highgate, de Barton et de Bracklesham, puis à les mettre toutes ensemble sur le même horizon que le calcaire grossier, l'auteur trouve qu'il n'y a que 20 espèces fossiles, ou moins de 4 pour cent, qui soient communes à l'argile de Londres des bords de la Tamise et au calcaire grossier du bassin de la Seine, et encore ces espèces ont-elles peu de valeur, puisque 12 d'entre elles descendent dans les sables inférieurs, que plusieurs remontent dans les grès moyens et qu'il en reste à peine quelques unes de caractéristiques qui soient communes aux deux systèmes de couches. Les caractères généraux des fossiles de l'argile de Londres et du calcaire grossier sont d'ailleurs aussi prononcés que ceux des espèces. Ainsi, dans la première dominent les céphalopodes,

(1) *On the main points*, etc. Sur les principaux points de la structure et l'âge probable des sables de Bagshot, et sur leurs équivalents présumés dans le Hampshire et en France. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 12, nov. 1847, p. 378, lu et mentionné le 3 fév. 1845.) — *On the probable age*, etc. Sur l'âge probable du *London clay* et ses relations avec les systèmes tertiaires du Hampshire et de Paris. (*Ibid.*, p. 354.)

les gastéropodes phytiphages et les lamellibranches dimyaires; dans le second, ce sont les gastéropodes zoophages et les monomyaires lamellibranches. Les foraminifères et les polypiers, très répandus dans le calcaire grossier, sont au contraire fort rares dans l'argile de Londres où abondent les poissons, les reptiles et les crustacés, et où se trouve en même temps une flore très riche. Où donc, dit alors M. Prestwich, est la ressemblance de ces dépôts? où sont les preuves de leur synchronisme? et l'analogie de leur position est-elle mieux démontrée?

Division de la série tertiaire. Sable et argiles panachées.

La partie inférieure de la série tertiaire du Hampshire offre au premier abord des différences très prononcées avec celle du bassin de la Tamise, et il en est résulté que la base a été placée près du sommet de la série, ou que les argiles de Barton ont été mises en parallèle avec l'argile de Londres. A l'ouest de la capitale, un banc d'*Ostrea bellovacina* est séparé de la craie par du sable vert et un lit d'argile rempli de silex verts roulés. Quelquefois, comme nous l'avons vu précédemment, les Huîtres reposent sur la craie même. Des argiles panachées sont associées à ces premières couches qui s'étendent et se retrouvent partout occupant une position semblable.

Cette assise inférieure n'était pas connue dans le Hampshire; mais l'auteur l'ayant retrouvée dans la coupe du chemin de fer de Southampton et Salisbury à Kembridge, à trois milles et demi de Romsey, il a pu établir une base certaine pour mettre en parallèle la partie inférieure des deux bassins et en conclure la ressemblance des conditions sous lesquelles l'une et l'autre se sont déposées. Au-dessus des sables à ostracées, viennent les argiles panachées avec des bancs de sable subordonnés. Ces couches sont particulièrement développées dans les baies d'Alum et de White-Cliff, et paraissent avoir leurs analogues, mais très atténuées, dans la partie occidentale du bassin de la Tamise. Leur épaisseur est d'ailleurs très variable : ainsi dans la baie d'Alum elle est de 26 mètres, dans celle de White-Cliff de 42^m,70, à Southampton de 30, à Clarendon-Hill, près Salisbury, de 15 à 18, et à Tilehurst, près Reading, de 46 mètres. Dans cette dernière localité cinq lits d'argile panachée alternent avec sept lits de sable. Près de Londres, ces couches ont de 25 à 30 mètres, et dans les deux bassins il n'y a pas de fossiles.

Argile de Londres (*London clay*). (p. 362.)

Au-dessus des argiles panachées vient une masse puissante d'argile grise et brune fossilifère, mise à découvert dans la baie d'Alum où elle a 61 mètres d'épaisseur, puis dans la baie de White-Cliff, et qui a été traversée sur une hauteur de 91 mètres dans le forage de

Southampton, paraissant ainsi s'épaissir vers le nord. Cette assise, désignée d'abord par l'auteur sous le nom de couches de Bognor (*Bognor beds*), est nettement séparée de la précédente. Sa partie inférieure est généralement sableuse, puis le sable disparaît graduellement et passe à une argile brune avec *septaria*, dans laquelle des lits de sable et de cailloux sont encore subordonnés.

Dans le bassin de la Tamise il y a aussi à la base un lit de cailloux roulés indiquant un changement contemporain dans les conditions du dépôt, et le reste de l'assise offre des caractères analogues. On vient de voir qu'à Southampton les argiles ont près de 91 mètres d'épaisseur; à Dog-Mersfield, près Odiham, dans le bassin du nord, le creusement d'un puits a fait connaître qu'elles en avaient 97. Dans les deux localités l'assise est limitée par des argiles panachées en dessous et par des sables en dessus. En se rapprochant de Londres la puissance des argiles augmente; ainsi elles ont 122 mètres à Cobham, à Highgate et Hampstead où elles sont limitées de la même manière. Tout s'accordait donc à faire regarder l'argile de Londres des environs de la capitale comme appartenant au niveau des couches du Hampshire parallèles à celles de Bognor (Sussex). Leur structure est analogue, leur superposition semblable, et elles se sont formées en même temps et en quantité sensiblement égale.

Paléontologie. (p. 364.)

La totalité des espèces fossiles recueillies dans les deux bassins peut être évaluée à 600 ou 700; mais, en ne considérant que les 390 qui ont été décrites, on voit qu'il y en a 133 dans l'argile de Londres du bassin de la Tamise, 193 dans les couches de Bracklesham et 209 dans celles de Barton. Sur ces 390, 35 seulement sont communes à ces trois localités; 8 sont communes à l'argile de Londres et aux sables de Bracklesham, 11 à l'argile de Londres et à celles de Barton, tandis que 55 se trouvent à la fois dans cette dernière localité et à Bracklesham. Sur les 133 de l'argile de Londres proprement dite, 54 se retrouvent à Barton et à Bracklesham, et 79 sont spéciales au bassin de la Tamise où l'on trouve en outre beaucoup de crustacés, de poissons, de reptiles et de végétaux qui lui appartiennent exclusivement.

L'auteur compare ensuite les fossiles des couches de Bognor, de White-Cliff et d'Alum, puis ceux des couches correspondantes traversées dans le puits artésien de Southampton, enfin les espèces de Clarendon-Hill, au sud de Salisbury, et qui sont précisément les plus caractéristiques de cet étage. Des 37 espèces de l'île de Wight, 25 se représentent parmi les 32 de Southampton; et des 23 de Cla-

rendon-Hill, 20 sont communes aux deux autres localités, tandis que sur les 49 (1) qui forment le total des trois localités, 18 seulement se retrouvent à Barton et à Bracklesham. Plus au nord-est, ce même étage se montre avec les mêmes fossiles caractéristiques, surtout à Cuffell, trois milles au nord de Basingstoke, à Clewett's Green, à Newnham, Winchfield, et, de ce point à Highgate, l'argile de Londres s'étend d'une manière continue. M. Prestwich, en faisant voir que les fossiles de ces diverses localités se rattachent à ceux des argiles de Highgate et de Hampstead aussi bien qu'à ceux des couches correspondantes de Southampton et de l'île de Wight, les sépare en même temps des fossiles de Bracklesham et de Barton.

Argile de Londres comparée aux couches tertiaires du bassin de la Seine.

Les espèces de Bracklesham sont au nombre de 193, dont 140 se retrouvent en France. De ces 140, 120 existent dans le calcaire grossier et la glauconie grossière, 40 dans les *lits coquilliers*, et un moindre nombre dans le calcaire grossier supérieur et les couches plus élevées. La *Venericardia planicosta* caractérise cet étage. Des 209 espèces trouvées à Barton, 100 sont identiques avec des espèces de France. Sur ces derniers chiffres, 30 se montrent dans les lits coquilliers, 60 dans le calcaire grossier et la glauconie grossière, et 20 dans les couches supérieures.

On a vu que l'argile de Londres ne renfermait que 4 pour cent d'espèces communes au calcaire grossier; ainsi, dit M. Prestwich, c'est dans les couches de Barton et de Bracklesham, et non dans celles de Bognor ou argile de Londres proprement dite, que nous avons les représentants approximatifs du calcaire grossier moyen et inférieur. L'argile de Londres, comme les roches de Bognor, serait parallèle à quelque subdivision des sables inférieurs du nord de la France, peut-être à la hauteur des lits coquilliers du Soissonnais, quoique le parallélisme ne puisse pas encore être bien rigoureusement déterminé. Les fossiles des lits coquilliers ont plus d'analogie avec ceux de l'argile de Londres qu'avec ceux du calcaire grossier, et cependant le nombre des espèces communes n'est encore que de 33, ou 16 1/2 pour cent. De même que dans l'argile de Londres, les polypiers et les foraminifères ne présentent qu'un petit nombre d'espèces dans les lits coquilliers. L'auteur fait remarquer que si l'on compare les fossiles de ces derniers avec ceux des couches de l'argile de Londres d'une localité géographiquement intermédiaire,

(1) Ce devrait être 47 au lieu de 49.

l'analogie sera plus frappante. Ainsi, sur les 42 espèces (1) du Hampshire, 26 ont leurs analogues dans les lits coquilliers. D'un autre côté, ceux-ci ont plus de rapport avec le calcaire grossier que l'argile de Londres n'en a avec les couches de Bracklesham et de Barton.

(P. 377, 26 mai 1847.) « Il est probable, dit ici l'auteur, que » la mer tertiaire s'étendait d'abord sans interruption sur l'espace » occupé par les bassins tertiaires de la Seine, du Hampshire et de » la Tamise; qu'à une période contemporaine des changements qui » se manifestèrent en même temps dans les caractères des roches » [illegible] changements qui sont évidents à la base des [illegible] de Londres et de Bognor, une séparation eut lieu entre les bassins de la Seine et du Hampshire, laissant ce dernier encore en communication avec celui de la Tamise pendant la formation de l'argile de Londres. La communication aurait ensuite été rétablie entre les bassins de France et du Hampshire, ce qui expliquerait [illegible] avec ceux de Bracklesham, [illegible] la Tamise [illegible] de plus en plus à s'isoler. [illegible] du Hampshire.

[illegible] de Bagshot s'étend à l'est de Esher [illegible] vers Beckford et [illegible] à Wokingham au [illegible] à l'est et à l'ouest de [illegible] régulièrement sur l'ar- [illegible] Placés tantôt au [illegible] couches lacustres [illegible] Conybeare et Phillips. [illegible] les argiles de Barton [illegible] eux-mêmes comme représentant [illegible] France (d'Archiac), ou enfin aux [illegible] de Fontainebleau (Alex. Brongniart).

[illegible] divise les sables de Bagshot en trois assises caractérisées par des fossiles particuliers et par des différences [illegible]graphiques. L'assise inférieure qui recouvre l'argile de Londres sans aucune discordance de stratification, est composée de sable siliceux fin, blanchâtre ou jaune clair, souvent micacé, quelquefois argileux, avec quelques lits de cailloux et des traces

(1) Il y a plus haut 49, et l'on a vu que d'après les divers chiffres donnés ce devrait être 47.

de débris organiques; son épaisseur varie de 30 à 45 mètres. A Chobham-Place un forage a traversé une portion des sables supérieurs, tous les sables verts moyens, 30 mètres de sable jaune-clair, 122 mètres d'argile de Londres, 15 mètres d'argiles panachées, et a pénétré jusqu'à 45 mètres dans la craie. La coupe suivante résume les caractères des trois assises.

a. Assise supérieure.

Sables siliceux jaunes, ocreux ou de teinte claire. Empreintes rares de Turritelles, *Cardium*, Natices, Huîtres et Nummulites. Grès concrétionnés 45m,00

b. Assise moyenne.

1 Sable verdâtre grossier, avec quelques cailloux de silex. 0m,60

2 Argile sableuse, feuilletée, et présentant diverses nuances de brun. 4m,00

3 Argile grise avec des traces de lignite. 0m,30

4 Sable vert clair et argileux vers le haut, pur et foncé vers le bas. (Dents et os de poissons et de Tortues. Empreintes de *Turritella sulcifera* Desh., *Venericardia planicosta* Lam., etc.) 5m,00

5 Lignite compacte 0m,30

6 Argile sableuse compacte, d'une teinte claire, passant, vers le bas, à une argile gris foncé 2m,00

7 Argile feuilletée, brun foncé ou clair 2m,40

c. Assise inférieure.

Sable siliceux jaune clair, avec des lits argileux peu colorés 39m,60

Argile de Londres (*London clay*).

Après avoir décrit les assises moyenne et supérieure, l'auteur discute la place que les sables doivent occuper dans la série et conclut qu'ils sont les équivalents des couches de Bracklesham, synchroniques des strates verticaux de la baie de White-Cliff et de la grande masse centrale de sables panachés et clairs de la baie d'Alum, qu'ils comprennent probablement les argiles de Barton, enfin qu'ils sont plus anciens que les dépôts lacustres et fluvio-marins d'Hordwell et de l'île de Wight. Ils représenteraient ainsi la partie moyenne du calcaire grossier et la glauconie grossière.

Paléontologie

Quant aux déductions tirées des corps organisés, on voit que ceux-ci manquent presque complétement dans l'assise inférieure; dans l'assise moyenne, on ne les trouve que par place et à l'état de moules et d'empreintes. Ce sont particulièrement la *Venericardia planicosta*, Lam., la *Turritella sulcifera*, Desh., et la *Nummulites*

lævigata, Lam., en tout 16 espèces, dont 10 sont déterminées et connues et dont 1 est nouvelle. Ces 11 espèces se retrouvent toutes dans les couches de Bracklesham; 1 ou 2 existent dans l'argile de Londres, et 2 ou 3 dans l'argile de Barton. Parmi les poissons, de 8 espèces déterminées, 3 sont très répandues dans la formation tertiaire inférieure, tant au-dessus qu'au-dessous de ces sables; les 5 autres sont caractéristiques des sables de Bracklesham, particulièrement les grandes dents à bords dentés en scie de *Carcharodon*, les dents plates, longues et étroites de *Pristis* et les plaques palatales de poissons chiméroïdes. L'assise supérieure ne renferme presque point de fossiles; sur 8 ou 9 espèces, 2 se trouvent dans la formation tertiaire inférieure et 7 sont communes aux dépôts de Barton et de Bracklesham. M. Prestwich rapproche cette assise plutôt de celles de Bracklesham que de celles de Barton; mais, relativement à ces dernières, la position des sables supérieurs de Bagshot reste encore fort incertaine.

En comparant la série des couches de Bagshot avec celle de la baie d'Alum, on voit d'abord que la faune si variée et si riche de Bracklesham, qui déjà décroît dans la baie de White-Cliff, a complétement disparu dans celle de la baie d'Alum. Les lits minces de lignite subsistent seuls, et l'auteur pense que les débris de végétaux que l'on trouve dans l'assise inférieure de Bagshot se rapportent à ceux de la baie d'Alum.

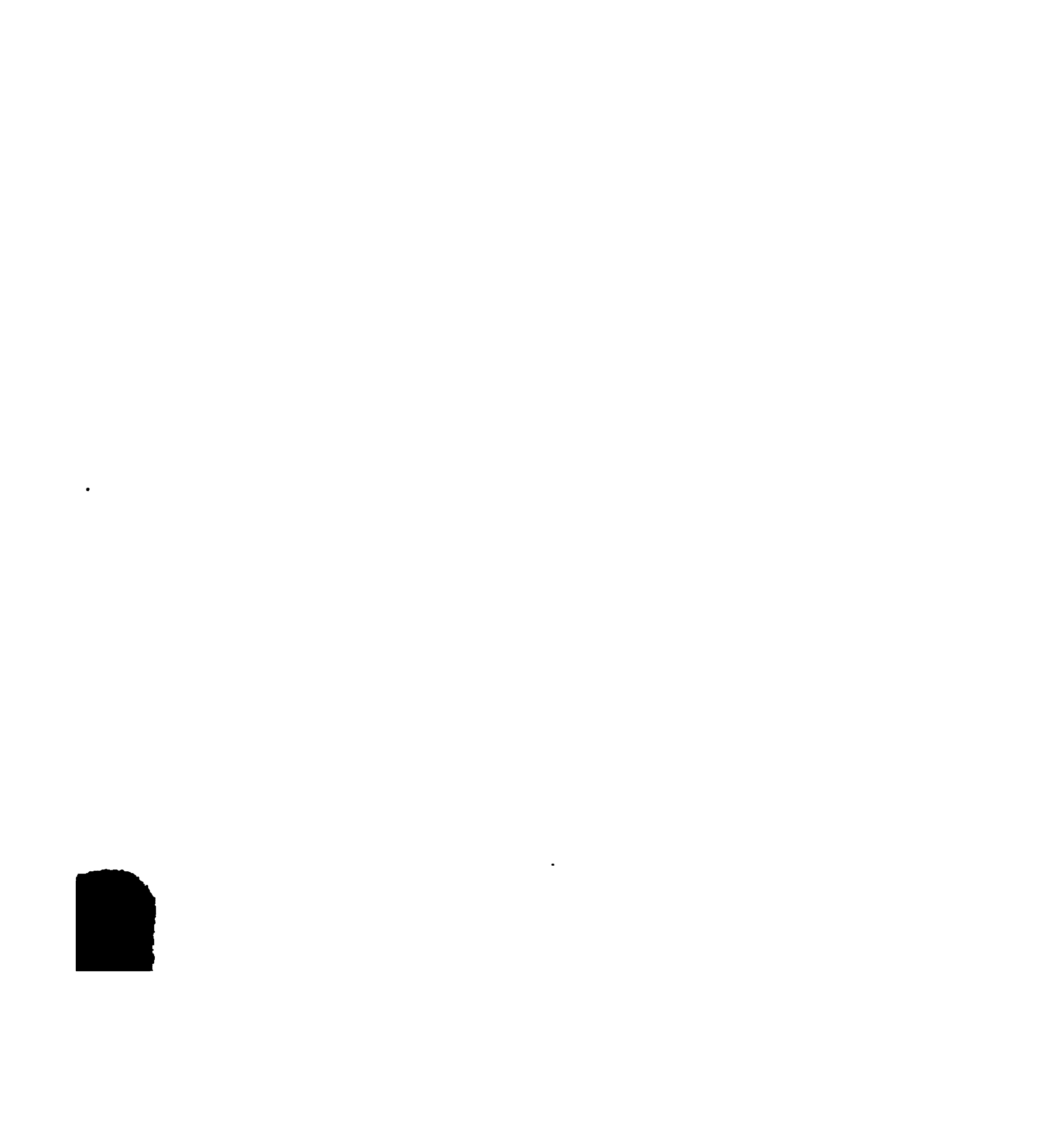
Résumé (p. 398).

Les couches tertiaires du Hampshire, et celles qui sont à l'ouest de Londres, se divisent en trois groupes principaux: le premier, ou le plus inférieur, comprend les argiles panachées et l'argile de Londres. Il est bien caractérisé par sa faune et par ses roches argileuses. Le second groupe, celui du milieu, se compose des couches de Bagshot et de Bracklesham, divisées en trois assises. Le troisième, ou le supérieur, est formé de marnes vertes, de calcaire terreux et de sable siliceux d'origine lacustre. Autour de Londres, le premier de ces groupe existe seul, tandis qu'en France il y a plusieurs groupes d'une origine plus récente. Dans son mémoire sur l'île de Wight, M. Prestwich avait déjà dit que le groupe du calcaire lacustre moyen du bassin de la Seine n'était pas représenté par la série d'eau douce et fluvio-marine de l'île de Wight, mais que cette dernière était synchronique de la partie supérieure du calcaire grossier.

Ce que nous venons d'exposer du parallélisme de l'argile de Londres avec une partie des sables inférieurs, et de celui des couches de Bagshot, de Bracklesham et de Barton avec le calcaire grossier

…n et la glauconie grossière, complète les nouveaux rapports …sés et indiqués dans le tableau ci-dessous.

…N DE LA TAMISE.	BASSIN DU HAMPSHIRE.	BASSIN DE LA SEINE.
		Calcaire lacustre supérieur. 12m
		Sables et grès supérieurs . 24
		Calcaire lacustre moyen. . 45
		Grès et sables moyens. . . 15
	Série d'eau douce et fluvio marine. . . 106m Argile de Barton. . 91	Calcaire grossier et Glauconie grossière . . . 30
…s de Bagshot. 121m	Sables de Bracklesham 213	
…de Londres. 106	Argile de Londres et couches de Bognor. 76	Partie des sables inférieurs comprenant les lits coquilliers 30
…s panachées …ables 24	Argiles panachées et sables. 46	Partie inférieure des sables et argile plastique, lignite, etc. 60



CHAPITRE II.

TERRAIN TERTIAIRE DE LA BELGIQUE (1).

Si la classification des formations tertiaires de l'Angleterre nous a offert encore quelque incertitude, surtout pour les groupes anciens essentiellement argileux et sableux, et entre lesquels on n'observe pas de séparations bien tranchées, à plus forte raison en est-il de même du terrain tertiaire calcaréo-sableux de la Belgique. Ici, moins encore que de l'autre côté du détroit, on ne peut établir de divisions dont les caractères soient bien distincts, et il reste toujours, après les travaux qui ont été faits récemment, une certaine indécision, 1° sur la séparation de ces divisions dans le sens de la hauteur; 2° sur leurs limites horizontales; 3° sur leurs véritables rapports avec les subdivisions établies dans les pays voisins. Cette incertitude naît de l'absence de caractères minéralogiques propres et constants sur de grandes étendues. Ce peu de fixité des roches souvent meubles et la ressemblance de leurs éléments constituants, de même que leur communauté d'origine, ont amené dans la distribution des fossiles la même confusion, et, à deux exceptions près, l'étude de ceux-ci a peu servi à classer la série des couches tertiaires de la Belgique. Nous suivrons pour la description de ces dernières la classification que nous avons proposée nous-

(1) Nous ne connaissons que très peu de travaux sur la Hollande, et nous nous bornerons à signaler les suivants : Sur les couches traversées dans un forage à Zeist, par M. Van Breda (*Algem. Konst en Letter Bode*, 1835, n°s 10-11). Ces couches sont regardées comme appartenant à la formation tertiaire inférieure. — Coupe des couches tertiaires argilo-arénacées traversées dans un forage à Utrecht, par M. Wenkebach (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 59-61). — *Id.*, par M. Moll (*anté*, p. 140). — Sur les coquilles des environs de Zutphen (Gueldre), par M. Van Breda (*Bull.*, vol IV, p. 341. 1834). — Sur les dépôts tertiaires des provinces néerlandaises, de la Gueldre et de l'Yssel supérieur, par M. Becks (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 257). De petites collines de 20 à 30 mètres d'élévation, qui occupent ces provinces, renferment des débris de cétacés, de *Carcharias megalodon*, d'*Oxyrhina xiphodon*, *reflexa* et *hastalis*, et des coquilles marines qui annoncent un dépôt tertiaire peut-être de l'âge du crag?

même (1) et après y avoir apporté quelques changements indiqués dans le tableau ci-dessus (*antè*, p. 447).

§ 1. — II[e] GROUPE. — **Crag de la province d'Anvers et sables de la Campine?**

La formation tertiaire supérieure que nous avons vue représentée de l'autre côté du détroit par le crag de Norwich ne paraît pas s'être étendue sur celui-ci, à moins que, comme on l'a dit (*antè*, p. 142), les collines sableuses de *geest*, qui des Pays-Bas s'étendent jusqu'aux bords de la Baltique, n'en soient les équivalents. La formation tertiaire moyenne y est aussi imparfaitement développée, mais on ne peut douter que le crag de la province d'Anvers n'appartienne au second étage du crag de Suffolk, ou crag rouge. Nous n'avons point reconnu l'existence du crag corallien dans les excavations de 7 à 8 mètres de profondeur, pratiquées au-delà de Stuywenberg pour les remblais du chemin de fer. Les fossés du fort Carnot, près d'Anvers, sont aussi creusés dans des couches irrégulières de sable siliceux coquillier, quelquefois agglutiné par un ciment siliceux. M. Dumont (2) a réuni le crag au sable de la Campine sous le nom de *système campinien*, et M. d'Omalius d'Halloy (3) paraît avoir adopté cette manière de voir; mais nous ne pouvons plus classer avec ces deux célèbres géologues, ni avec M. H. Nyst, ces dépôts sableux dans la *formation tertiaire supérieure*, non plus que le *système hesbayen* que nous avons rangé dans le terrain quaternaire (*antè*, p. 145). Ainsi l'hiatus dans la série géologique de ce pays se trouverait à la formation tertiaire supérieure, au lieu d'être à la formation moyenne, comme nous l'avions d'abord pensé.

M. Nyst, qui a rendu de si grands services à la paléontologie tertiaire de son pays, a publié successivement des *Recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers* (4); de *Nouvelles recherches*, sur le même sujet (5); et, dans son grand ouvrage intitulé :

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 168, 15 avril 1839.

(2) *Rapport sur les travaux de la carte géologique pendant l'année* 1839. (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. VI, p. 464.)

(3) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 87, in-8, avec carte. Bruxelles, 1842.

(4) In-8, avec 5 pl. ; Bruxelles, 1835.

(5) Mémoire fait en commun avec M. G.-D. Westendorp (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. VI, 2[e] part., p. 393. 1839).

scription des coquilles et des polypiers fossiles du terrain ter-iire de la Belgique (1), il a rassemblé 216 espèces provenant des verses assises réunies sous le nom de *système campinien*. 59 de s espèces provenaient des sables noirs du fort d'Herentals, 118 des bles gris des glacis d'Anvers, et 115 du sable rouge du Calloo du Stuywenberg. Sur ces 216 espèces, 73 auraient encore leurs alogues vivantes, 127 se retrouveraient dans le crag d'Angleterre auteur ne dit pas dans quel étage), et 86 appartiendraient à di-rses autres localités et à d'autres périodes. On voit en outre qu'en mettant que les trois couches d'où proviennent ces 216 espèces ent du même âge, on a une proportion d'environ 33 pour cent espèces vivantes, laquelle est très voisine de celle de 30 pour nt obtenue par MM. Wood et Lyell, pour le crag rouge des tes orientales d'Angleterre. Ce rapport justifie le classement des pôts coquilliers de la province d'Anvers dans la formation tiaire moyenne, indépendamment des considérations stratigra-iques, car il y a toute probabilité que le *substratum* du crag de tte partie basse de la Belgique est formé par l'argile de Londres, mme les côtes opposées de l'Essex et de la partie méridionale du ffolk.

La relation directe des sables de la Campine avec les couches écédentes paraît laisser encore beaucoup d'incertitude, d'autant as que M. Dumont (p. 18, 19) semble porté à en séparer les bles glauconieux, qui, recouvrant les argiles de Boom, s'étendent l'ouest entre Malines et Anvers, sables que nous avions indiqués mme pouvant être plus anciens (2). Quoi qu'il en soit, le sable de Campine, ordinairement blanchâtre ou jaunâtre, prend quelque-is des teintes plus foncées ; il renferme accidentellement des lits : cailloux et même des blocs d'un volume assez considérable, ovenant les uns et les autres du terrain de transition des Ar-nnes. « Il occupe dans le Limbourg belge, dit M. Dumont (3), la

(1) In-4, avec 48 pl. de fossiles. Bruxelles, 1843. — Voyez aussi orgnet, *Sur une vertèbre de cétacé trouvée dans le crag de Stuy-enberg* (*Acad. de Bruxelles*, 6 févr. 1846. — *L'Institut*, 23 mars 836). — Van Beneden, *Découverte de cétacés dans les sables d'An-rs et dans l'argile de Boom* (*Acad. de Bruxelles*, 7 mars 1835. — *l'Institut*, 29 avril 1835 ; *id.*, 7 févr. et 12 août 1846).

(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 200. 1839.

(3) *Rapport sur les travaux de la carte géologique*, etc., p. 19.

» région située au nord du Demer; il forme la plus grande partie
» de la province d'Anvers, et s'étend dans la portion septentrionale
» des Flandres; il s'appuie d'un côté en stratification discordante
» contre les sables glauconifères du *système diestien*, comme on
» peut le voir au nord de Diest, et d'un autre côté, il sert de base
» à l'argile moderne des Flandres. »

§ 2. — Ve Groupe. — Sables de Diest ?

Les sables de Diest (*formation médio-marine ou bétasique* de M. H. Galeotti (1), *système diestien* de M. Dumont) sont recouverts par ceux de la Campine et reposent sur les couches coquillières du Limbourg, et, quoiqu'il ne soit pas toujours facile de les en séparer par des caractères suffisants, nous suivrons, pour les décrire, l'ordre adopté par MM. Dumont et d'Omalius.

Ces sables glauconieux et ferrugineux renferment des grès également ferrugineux. Les sables sont moins glauconieux vers le bas que dans la partie moyenne de la masse, et ceux qui sont ferrugineux dominent avec les grès vers le haut. M. d'Omalius y réunit à la base un dépôt de cailloux, placé par M. Dumont dans son *système tongrien*. La stratification affecte une disposition oblique comme dans beaucoup d'autres dépôts du même genre. Les sables de Diest sont particulièrement développés autour de la ville de ce nom et d'Aerschot, et ils constituent un massif allongé du N.-E. au S.-O, composé de collines parallèles qui dans cette direction s'étendent de Beringen à Sterrebeek. Ils surmontent les sables de Tongres dans les collines des environs de Louvain, et près de Bruxelles il y en a quelques lambeaux sur le plateau entre Diligem et Wemmel, où ils reposent sur les sables jaunes du groupe suivant. L'absence de fossiles déterminables n'a pas encore permis d'assigner à ces assises leur véritable place dans la série, et par conséquent d'établir leur parallélisme avec des dépôts d'autres pays. Ce n'est donc qu'avec une grande réserve que nous les rapportons au cinquième groupe, et sans préjuger ce que les recherches ultérieures permettront seules de décider. M. H. Galeotti les avait mises en parallèle avec les grès supérieurs de Fontainebleau.

(1) *Mémoire sur la constitution géognostique du Brabant méridional.* (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. XII, 1837.)

§ 3. — VI[e] Groupe. — Sables et argiles coquillières du Limbourg.

Les dépôts coquilliers de Looz, de Kleyn-Spauwen, de Tongres, d'Housselt, etc., ont été rapportés tantôt au calcaire grossier, tantôt au crag, ou bien encore aux argiles de Boom, et l'incertitude à cet égard n'a cessé que lorsque M. Dumont eut constaté la superposition des sables qui en forment la base aux couches calcaréo-sableuses des environs de Bruxelles. Mais, d'un autre côté, nous n'avons pu nous ranger à l'opinion de ce savant, qui place dans le second étage de son *système tongrien* les argiles de Boom, lesquelles seraient ainsi parallèles aux couches argileuses et coquillières du Limbourg (1).

M. Dumont (p. 10) réunit sous le nom de *système tongrien* les quatre assises suivantes, en allant de haut en bas: 1° le lit de cailloux indiqué précédemment à la base des sables de Diest; 2° des sables jaunâtres que l'on peut suivre sur une grande étendue de l'E. à l'O.; ils reposent sur les glaises suivantes au nord de Tirlemont, supportent le sable de Diest aux environs de Louvain, s'étendent à la surface du groupe calcaréo-sableux des environs de Bruxelles, couronnent les collines de la Trinité, de l'Enclus, et de Renaix à Grammont dans le Hainaut, et forment le sommet de celle de Cassel, dans le département du Nord (2); 3° des glaises ordinairement plastiques, grisâtres, quelquefois jaunâtres, verdâtres, pures, sableuses ou glauconieuses, et renfermant le banc de coquilles de Kleyn-Spauwen, de Tongres, de Bunsbeek, et de Saint-Mertens Vissenaeken, au nord de Tirlemont; 4° des sables verdâtres qui, lorsqu'ils recouvrent le sable calcarifère de Bruxelles, y passent insensiblement en se chargeant d'une certaine quantité de matière calcaire, comme à Termunck près de Louvain. Les fossiles trouvés et décrits par M. H. Nyst, à Grimittingen, Housselt et Leeten, appartiennent à cette assise, dont la séparation, dans le Limbourg, d'avec

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, 2[e] sér., vol. III, p. 280. 1846.

(2) M. d'Omalius, sur la carte qui accompagne son ouvrage (*Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*), a colorié ces dernières collines comme appartenant au sable de Diest, opinion qu'il a d'ailleurs exprimée (p. 87); mais nous avons suivi celle de M. Dumont, qui se trouve d'accord avec ce que nous avions dit nous-même (*Bull.*, vol. X, p. 200).

les sables glauconieux ou glauconie inférieure (*marne glauconieuse* de M. Dumont) reposant sur la craie, paraît être assez difficile à tracer.

Déjà nous avions comparé les sables jaunes, souvent argileux vers le bas, au groupe des sables et grès moyens du bassin de la Seine, et en effet on les voit recouvrir, sur beaucoup de points, des couches que l'on doit regarder comme représentant le calcaire grossier; mais depuis les observations géologiques de M. Dumont et les renseignements plus complets que l'on doit à M. Nyst (1) sur les fossiles des deux dernières assises, nous croyons pouvoir rapporter le tout, c'est-à-dire le *système tongrien*, moins les argiles de Boom et les cailloux de la première assise, à ce même groupe des sables et grès moyens du nord de la France, dont il occupe la position. Quant aux fossiles, M. Nyst ayant réuni dans une même colonne de son dernier ouvrage (p. 646) les espèces de Housselt, de Bolderberg et de Boom, il serait difficile d'en déduire des chiffres exacts pour leur comparaison avec ceux d'autres localités, n'ayant aucune preuve du parallélisme des argiles de Boom avec celles du Limbourg.

§ 4. — VIIe Groupe. — Groupe calcaréo-sableux.

(*Système calcaréo-sableux*, Galeotti; partie supérieure du *système bruxellien*, Dumont; *calcaire de Bruxelles*, d'Omalius d'Halloy.)

Le groupe calcaréo-sableux est, sur l'extrême frontière de la France et de la Belgique, le représentant ou mieux le prolongement modifié du calcaire grossier. Sa séparation du groupe inférieur ou système quartzo-sableux de M. Galeotti (2) ne nous a pas paru suffisamment motivée dans la partie méridionale du Brabant. Il correspond d'ailleurs à l'étage supérieur ou aux sables et grès calcarifères du système bruxellien de M. Dumont (3) et au calcaire de

(1) *Recherches sur les coquilles fossiles de Housselt et de Kleyn-Spauwen*, in-8, 4 pl. Gand, 1836. (Extrait du *Messager des arts et des sciences de Gand.*) — *Description des coquilles et des polypiers fossiles de la Belgique*, in-4. Bruxelles, 1843.

(2) *Mém. sur la constitution géognostique du Brabant méridional* (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. XII, 1837).

(3) *Rapport sur les travaux de la carte géologique*, etc. (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. VI, n° 11.)

Bruxelles de M. d'Omalius (1). Nous rappellerons ici ce que nous en avons dit nous-même (2).

Ce groupe est un assemblage de grès noduleux et fistuleux, de calcaires siliceux et de calcaires en blocs disséminés dans les sables, où, nulle part, ils ne présentent une succession régulière de strates. Sa séparation d'avec le groupe sous-jacent peut encore être tracée dans les collines qui sont sur la frontière. M. Élie de Beaumont (3) a fait remarquer la liaison avec le véritable calcaire grossier des couches qui, dans la montagne de Cassel (Nord), renferment des moules de *Cerithium giganteum*. C'est vers la partie médio-supérieure de cette montagne que commence le groupe calcaréo-sableux si développé ensuite autour de Bruxelles et de Louvain. A la montagne de Sainte-Trinité, près de Tournay, les couches sont imparfaitement caractérisées, à partir du lit de petites Nummulites qui fait partie des sables inférieurs. Nous rapportons à ce groupe la portion élevée de la ville de Gand, les calcaires et les sables que l'on voit à Affinghen (4), entre Alost et Assche et la zone qui s'étend à l'est par Bruxelles, Louvain, Tirlemont, Leau et Saint-Tron, limitée au nord par les sables de la Campine et de Diest, et au sud par les affleurements des groupes suivants. C'est dans le Brabant méridional, surtout entre Bruxelles, Vilvorde et Tervueren, que les couches calcaréo-sableuses acquièrent le plus de développement. Dans les autres provinces de la Belgique, elles ont beaucoup moins d'importance.

On trouve dans ce groupe de nombreux débris de tortues du genre *Emys* (Melsbroek), des restes de poissons et de crustacés (Bruxelles). Sur 115 espèces de coquilles déterminées par M. Galeotti, les deux tiers se retrouvent dans le calcaire grossier; les autres appartiennent à l'argile de Londres ou à d'autres groupes; 11 seulement sont propres au Brabant. Les Nummulites sont bien les mêmes espèces qu'en France, mais elles n'y sont pas distribuées aussi régulièrement et n'y présentent pas de niveaux constants. Il y a en outre beaucoup de coquilles foraminées communes aux deux

---

(1) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 80.
(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 193.
(3) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, p. 110. 1834.
(4) C'est dans les carrières de ce village qu'ont été trouvés les seuls échantillons de *Cerithium giganteum*, signalés jusqu'à présent en Belgique, et encore y sont-ils extrêmement rares.

pays, et les polypiers les plus fréquents sont encore ceux du calcaire grossier. Nous ne pouvons citer sur les fossiles de ce groupe un ouvrage plus complet que celui de M. Nyst, dont nous avons déjà parlé plusieurs fois.

Argiles de Rupelmonde ou de Boom.

Sur la rive droite du Rupel, à trois lieues au sud d'Anvers, on voit une assise puissante de marnes argileuses et sableuses, grisâtres, avec quelques points verts. Les rognons de fer sulfuré y sont très abondants. Des *septaria* de $0^m,32$ d'épaisseur et de 1 mètre à $1^m,50$ de diamètre, fendillés en tous sens et remplis de calcaire spathique, se remarquent vers la partie supérieure, placés à peu près au même niveau. Cette masse argileuse sans stratification distincte, exploitée sur une épaisseur de 25 à 30 mètres, forme une sorte de renflement qui domine la plaine environnante. Sa position actuelle semble due à une dislocation ou à une faille dont la direction serait indiquée par celle de la rivière même. Nous rechercherons plus loin s'il ne serait pas possible de rattacher ce fait local à quelque disposition plus générale.

Ces argiles sont une véritable anomalie dans la série tertiaire de la Belgique, et les rapprochements qu'on en a voulu faire avec d'autres couches argileuses du même pays nous ont toujours paru forcés, sous le rapport stratigraphique comme sous celui des caractères pétrographiques et zoologiques. Si l'on porte au contraire les yeux vers l'ouest, au-delà du détroit, dans les comtés d'Essex et de Kent, on sera frappé de l'identité de leurs caractères minéralogiques avec ceux de l'argile de Londres. Quant aux fossiles, les recherches de MM. de Koninck (1) et Nyst (2) n'ont rien fait connaître

(1) *Description des coquilles fossiles de l'argile de Basèle, Boom, Shelle*, etc. (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. XI, 1838. — *Bull.*, vol. IV, p. 440. 1834). M. de Koninck mentionne l'argile de Boom comme parallèle au *London clay*. — De Koninck, *Notice sur l'existence de Chéloniens dans l'argile de Basèle* (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. X, p 32. 1843.) —Van Beneden, *Des ossements d'oiseaux, de reptiles et de poissons dans les argiles de Boom et de Basèle* (*Acad. de Bruxelles*, 7 févr. 1846. — *L'Institut*, 12 août, *idem*).

(2) *Antè loc. cit.* et *Additions à la faune conchyliologique du terrain tertiaire de la Belgique.* (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. IX, n° 5.) — M. Nyst a signalé dans les argiles de Boom 50 espèces de coquilles, dont 25 sont nouvelles, 12 sont identiques avec des espèces de l'argile de Londres, 3 sont indéterminées, et 10 doivent être supprimées par divers motifs. (*Bull.*, vol. XIV, p. 451; 1843.)

qui puisse affaiblir la grande probabilité que ces argiles sableuses avec *septaria* se correspondent exactement des deux côtés du canal de la Manche.

La position qui leur a été attribuée, par rapport au groupe calcaréo-sableux ou *système bruxellien*, n'est appuyée par aucun exemple de superposition directe, et les fossiles, comparés à ceux des argiles du Limbourg, en sont assez distincts pour que les différences n'aient point échappé à la sagacité de M. Dumont. Cependant ce géologue avait placé les couches des bords du Rupel dans le second étage de son *système tongrien*, en parallèle avec les argiles coquillières du Limbourg, et par conséquent bien au-dessus du groupe calcaréo-sableux, sur l'horizon duquel nous crûmes devoir les placer plus tard (1); mais si la nouvelle classification proposée par de M. Prestwich est applicable à la partie orientale du bassin de la Tamise, comme tout porte à le présumer, on voit que ces mêmes argiles de Boom seraient encore plus anciennes que le calcaire de Bruxelles et qu'elles appartiendraient au groupe quartzo-sableux ou des sables inférieurs. Un soulèvement local suivi d'une dénudation a pu les amener au jour, à une époque qui serait déterminée par la position et l'âge des sables glauconieux qui les recouvrent.

Nous ajouterons ici, pour ne pas laisser isolées quelques observations qui se rattachent à ce sujet, bien qu'appartenant à un autre pays, que le sondage exécuté à Calais a traversé, avant d'atteindre la craie, 23 mètres de dépôts coquilliers modernes et de cailloux roulés quaternaires, puis, au-dessous, 49 mètres comprenant dix-neuf alternances de sables verts ou gris avec pyrites, d'argiles sableuses, vertes ou brunes, et d'argile compacte avec pyrites, qui représentent, de ce côté du détroit, une partie de l'argile de Londres et des couches de l'argile plastique (*plastic clay*) (2). On peut encore retrouver dans la falaise du phare d'Ailly, au sud de Dieppe, un lambeau des deux groupes d'Angleterre, quoique vers le haut de l'escarpement les marnes grises, plus ou moins foncées, rubanées de jaune avec quelques veines de sable et beaucoup de points verts, ne renferment pas de *septaria*.

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 280. 1846.
(2) Legros Devot, *Des divers projets pour donner de l'eau à la ville de Calais*, in-8. Calais, 1845.

§ 5. — VIII[e] Groupe. — **Groupe quartzo-sableux.**

(*Système quartzo-sableux et inférieur ou glauconieux*, Galeotti; partie inférieure du *système bruxellien* et *système landenien*, Dumont; couches s'étendant du *tufau de Lincent* aux *sables et grès fistuleux*, d'Omalius d'Halloy.)

Le second étage du huitième groupe dans le nord de la France, celui des *lits coquilliers* (voyez le tableau *antè*, p. 447), est bien caractérisé vers la partie moyenne des collines de Cassel (1). Il a 10 à 12 mètres d'épaisseur et contient une prodigieuse quantité de coquilles d'une extrême fragilité. Dans la colline de Sainte-Trinité, près de Tournay, on voit encore au même niveau le lit de *Nummulites planulata;* mais au-delà, vers le N. et vers l'E., les caractères minéralogiques et les fossiles de cet étage tendent à s'effacer et à disparaître, et il devient très difficile de le distinguer du septième groupe. A Saint-Gilles, près de Bruxelles, cependant, et dans quelques communes environnantes, la *Nummulites planulata* nous a paru occuper son niveau ordinaire.

Le troisième étage, celui des *sables divers*, constitue la partie moyenne des collines de Cassel, de Sainte-Trinité, et celles qui s'étendent de Renaix à Lessinnes. Il forme ensuite dans le Brabant méridional une espèce de ceinture, bordant au sud les couches calcaréo-sableuses du groupe précédent. Mais ces couches que nous avons vues entre Gilly et Charleroi, puis en descendant à Epinois, et que l'on suit de Nivelle à Saint-Tron, ne présentent plus la même uniformité et diffèrent à peine de celles du groupe calcaréo-sableux. Ce sont des sables blancs ou glauconieux, renfermant souvent des grès en rognons et fistuleux, ou tuberculeux, ou bien encore formant des bancs solides.

L'étage des *grès et poudingues* n'est pas moins développé en Belgique qu'en France. Ces roches s'étendent sur la glauconie inférieure dans une suite de collines boisées qui se suivent de Peruwelz à Mons, par Bernissard, Etambruges, Sirault et le mont Panisel. Les grès sont ici plus ou moins glauconieux, gris, verdâtres, jaunâtres, ou panachés de rouge vif et de jaune. Les bancs peu épais affectent souvent une structure schistoïde dans la partie supérieure (Grandglise), et sont quelquefois fistuleux comme dans l'étage précédent. Ces grès signalés, d'abord par M. d'Omalius, se prolongent,

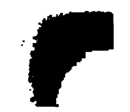
(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 182. 1839.

à l'est vers Binch, puis dans le Condros, et se montrent à la Chapelle Saint-Laurent, dans le Brabant méridional, et autour de Jodoigne (Huppaye). Le même savant a décrit sous le nom de *silex de Binch* des bancs siliceux subordonnés à des psammites chlorités qui, au mont Panisel, près de Mons, sont remplis de *Pinna margaritacea*, Lam. Ces bancs se retrouvent sur d'autres points, mais avec des caractères assez différents (1).

Enfin la *glauconie inférieure*, ce premier sédiment tertiaire qui s'est déposé à la surface des terrains secondaire et plus anciens, nous offre en Belgique des caractères souvent identiques avec ceux que nous lui avons déjà vus en Angleterre, et que nous lui reconnaîtrons en France. Dans le Hainaut, de Tournay à Mons, elle recouvre les couches crétacées ou de transition. Elle est exploitée à Béliant près de Mons, et surmonte la craie supérieure dans le vallon de Ciply; elle constitue la base des collines de Sainte-Trinité, de Renaix, etc. Les argiles avec des traces de lignite, exploitées dans les bois de Baudour et dans la commune même d'Hautrage, nous ont paru subordonnées à cet étage. On dit y avoir trouvé des coquilles, mais nous n'y avons pu en découvrir. La glauconie inférieure suit, avec les sables et les grès souvent tuberculeux qui les accompagnent, la limite méridionale du Brabant jusqu'à Folx-les-Caves, où elle n'est séparée de la craie supérieure que par le lit de silex roulés, verts, qui occupe si constamment cette position, et que M. Galeotti réunit à la craie. La coupe du vallon de Folx-les-Caves offre un bon exemple de la superposition du terrain tertiaire au terrain secondaire et de la série des diverses roches qui composent la glauconie inférieure. Celle-ci forme encore une nappe continue au-dessus de la craie de la montagne de Saint-Pierre près Maestricht où elle est presque constamment masquée par le dépôt de transport quaternaire du plateau (2).

Le *tuffau de Lincent* (d'Omalius) et la *marne landenienne* (Dumont) sont des modifications de cet étage qui constituent des roches argilo-sableuses, rarement calcarifères, blanchâtres, grisâtres ou verdâtres, plus ou moins glauconieuses et passant au grès ou psammite. Nous les avons observées autour de Jodoigne, dans les communes de Piétrain, d'Herbain, d'Orp-le-Grand, de Ma-

(1) *Loc. cit.*, p. 79.
(2) Le Blanc et d'Archiac (*Bull.*, vol. XII, p. 258, pl. VI, fig. 1, 2 et 3. 1841).



retz, etc. Les fossiles qu'a signalés M. Galeotti (1) dans les carrières d'Orp-le-Grand sont des espèces qui n'ont rien de caractéristique et qui appartiennent au calcaire grossier comme aux sables inférieurs. Cette circonstance est digne de remarque, car en France la faune des premières assises tertiaires est assez variée et presque entièrement distincte de celles des étages qui leur ont succédé. Toutes les déterminations spécifiques de M. Galeotti paraissent d'ailleurs n'avoir pas été admises par M. Nyst, qui ne cite dans le *système landenien* que 14 espèces, dont 6 déjà connues dans les divers groupes, 4 nouvelles et 4 douteuses.

Considérations générales.

L'étude du terrain tertiaire de la Belgique a donné lieu à quelques aperçus généraux que nous ne devons point passer sous silence. Ainsi M. H. Galeotti (2) a supposé que les dépôts nommés par lui *fluvio-marins supérieurs* sont placés, relativement à leur ancienneté, dans l'ordre de leur éloignement actuel de la mer, disposition qui aurait été produite par l'exhaussement successif des continents. Cette marche du phénomène aurait favorisé le passage et la liaison des diverses séries de couches. L'auteur, dans son résumé, essaie d'établir aussi le passage de la craie au terrain tertiaire, mais les principes par lesquels il termine son travail, comme l'hypothèse précédente, nous paraissent reposer sur une base tout à fait inadmissible et en contradiction avec ce que nous apprend l'observation directe des faits.

M. Dumont (3) s'est attaché à démontrer que les vallées qui sillonnent la Belgique sont postérieures au dépôt de cailloux roulés et au limon qui le recouvre désignés par lui sous le nom de *terrain tertiaire supérieur*, mais que nous avons vu appartenir au terrain quaternaire. « Si l'on considère, dit-il, que les failles dont il est ici » question affectent le terrain tertiaire supérieur (quaternaire), on » en conclura que les vallées sont plus récentes que ce terrain, » et que leur formation se rapproche beaucoup de l'époque ac- » tuelle (4). » Toutes ces vallées ont pour origine des failles et des fissures transversales qui s'y rattachent, et souvent les deux pentes d'une vallée montrent la même couche à des niveaux différents.

(1) *Loc. cit.*, p. 82.

(2) *Mém. sur la constitution géognostique du Brabant méridional.* (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. XII. 1837.)

(3) *Rapport sur les travaux de la carte géologique.* (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. V, p. 634. 1838.)

(4) *Ibid.*, vol. IV, p. 474. 1837.

Outre les failles principales qui ont partagé le sol en grandes masses et changé leurs niveaux relatifs, il y a une infinité de petites failles secondaires qui ont produit les autres dislocations. Aussi non seulement les niveaux des couches ne se correspondent pas des deux côtés d'une même vallée, mais encore les pentes de ces dernières présentent quelquefois des couches tout à fait différentes.

M. d'Omalius d'Halloy (1), qui s'est également occupé des caractères hydrographiques de la Belgique relativement à la géologie, a fait remarquer que la plupart des cours d'eau qui traversent les plaines sablonneuses et argileuses de la Flandre, du Brabant, et de la Hesbaye, tels que la Lys, l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle et la Gette, suivent sensiblement la même direction qui est à peu près celle des côtes de Flandre, et il est porté à penser que ces cours d'eau suivent des lignes de dislocation. Celles-ci auront occasionné des failles dont le bord le plus élevé a déterminé la direction des rivières.

Mais le célèbre auteur, tout en s'accordant sur ce point avec M. Dumont, et en citant même des vallées qui ne présentent d'un côté que le limon ou alluvion ancienne et de l'autre des couches de beaucoup antérieures (2), croit que les sables de la Campine ont été déposés après les dislocations qui ont tracé ces canaux, et, comme ces sables avaient été rapportés au terrain tertiaire supérieur, il s'ensuit que les dislocations précédentes, dirigées S.-S.-O., N.-N.-E. pourraient être rattachées au soulèvement des Alpes occidentales, ce qui présente, dit M. d'Omalius, une concordance bien remarquable lorsqu'on fait attention que l'on arrive à ce résultat par deux voies tout à fait différentes. Mais nous devons rappeler à cet égard que les faits cités par M. Dumont, et son opinion nettement formulée, placent les dislocations des vallées *après* le dépôt de l'alluvion ancienne qui est le dernier sédiment quaternaire, et par conséquent *bien après* la formation des sables de la Campine, et que ceux-ci, en les regardant comme de l'époque du crag, auraient dû être affectés par des dislocations en rapport avec le soulèvement qui a terminé la période tertiaire moyenne à laquelle le crag appartient.

---

(1) *Sur les dernières révolutions géologiques qui ont agi sur le sol de la Belgique.* (*Bull.*, vol. XIII, p. 55. 1841. — *Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol VIII.) — *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 113. 1842.

(2) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 115 et 116. 1842.

Une ligne de fracture plus fortement marquée, poursuit M. d'Omalius, et qui se prolonge sur une plus grande longueur, est celle où coulent la Sambre, puis la Meuse, de Maubeuge jusqu'à Liége; mais il est fort difficile d'asseoir une opinion positive sur l'époque de sa formation. Elle est cependant postérieure à la craie et au terrain tertiaire inférieur, puisqu'on ne trouve aucun dépôt de ces deux périodes au fond de la vallée, tandis qu'il en existe sur les plateaux qui la bordent. Mais la présence des cailloux diluviens de l'Ardenne, dans cette dépression, comme sur les collines environnantes (*antè*, p. 145), peut faire admettre qu'elle est antérieure au phénomène qui a occasionné le transport des cailloux, ou peut-être qu'elle en est un premier effet, tandis que les autres dislocations seraient, comme on l'a vu d'après M. Dumont, non seulement plus récentes que le dépôt de cailloux roulés, mais encore que l'alluvion ancienne qui les recouvre.

CHAPITRE III.

TERRAIN TERTIAIRE DU NORD DE LA FRANCE.

Les dépôts tertiaires du nord de la France, comprenant le bassin de la Seine et celui de la Loire, à partir de Sancerre, ne sont nettement limités que vers l'E. par les formations secondaires. Au N., ils se lient in timement à ceux de la Belgique ; au S., ils se rattachent par les bassins supérieurs de la Loire et de l'Allier aux sédiments lacustres du plateau central qu'ils contournent ensuite vers l'O., puis vers le S.-O., où des lambeaux isolés çà et là semblent témoigner de leurs anciens rapports avec les bassins de la Dordogne et de la Garonne. Entre la vallée de la Loire et celle de la Seine, en se dirigeant vers l'O., d'autres lambeaux tertiaires, soit marins, soit lacustres, sont disséminés à la surface des terrains secondaire et de transition, et ils deviennent d'autant plus rares et plus restreints que l'on s'approche davantage des roches cristallines anciennes de la Bretagne et de la Vendée.

Le terrain tertiaire considéré dans cet espace, devenu l'un des principaux centres de civilisation du globe, aura toujours pour le géologue un bien vif intérêt, non seulement parce que son étude a servi de base à toutes les recherches qui ont été entreprises ailleurs sur les couches du même âge et qu'elle rappelle les noms de G. Cuvier et d'Alex. Brongniart, mais encore parce qu'il révèle une succession de phénomènes dont le nombre, la variété et la symétrie ne se sont encore rencontrés nulle part au même degré.

En Angleterre, nous avons vu dominer les sables et les argiles, souvent mélangés en proportions variables, présentant des teintes très diverses, et passant fréquemment les uns aux autres. La distribution des fossiles dans ces assises mal définies était également peu propre à y faire établir de bonnes divisions naturelles. Quelques dépôts lacustres et de mélange, rejetés tout à fait à l'extrémité méridionale du bassin du Hampshire, montrent une invasion locale très circonscrite des eaux douces, et après laquelle la série tertiaire est complétement interrompue. En Belgique ce sont des sables plus ou moins calcarifères

qui constituent près [illegible] des couches de la même époque. Les [illegible] de calcaire, de grès et d'argile y sont des accidents bornés à quelques localités. Les faunes, quoique pour la plupart très différentes de celles de l'autre côté du détroit, ne présentent pas de caractères aussi tranchés, et la répartition des corps organisés n'affecte pas [illegible] de régularité. Les dépôts lacustres, s'il en existe, n'ont aucune importance.

Dans le nord de la France, au contraire, soit que l'on considère les couches tertiaires sous le rapport de leur origine marine ou d'eau douce, soit qu'on les envisage sous celui de leurs caractères minéralogiques argileux, marneux, calcaires, gypseux ou siliceux, à l'état solide ou à l'état meuble, ou enfin relativement à la distribution des corps organisés fossiles, par faunes distinctes, à des niveaux déterminés et constants, on trouve, partout, une régularité et une symétrie remarquables, qui appellent l'attention sur les causes variées qui ont dû présider à cet arrangement. Mais hâtons-nous de le dire, ce serait une erreur profonde que d'y voir un type auquel doivent être comparées les autres formations tertiaires. Ces alternances répétées d'assises de nature et d'origine différentes, cependant continues et conservant les mêmes caractères sur des étendues considérables, sont le résultat de circonstances exceptionnelles qu'il serait imprudent de vouloir retrouver ailleurs, reproduites dans le même ordre.

Nous avons fait observer que l'expression de *bassin de la Seine* n'était applicable qu'aux couches rangées dans la *formation tertiaire inférieure*, lesquelles sont en effet circonscrites à l'E., au S. et à l'O., par le bassin hydrographique de cette rivière, auquel nous réunissons, pour la commodité du langage, la surface que nous avons désignée sous le nom de *bassin de la Somme*. La *formation tertiaire moyenne*, au contraire, s'est étendue beaucoup au-delà, au S. et à l'O., occupant le bassin hydrographique de la Loire, mais s'avançant très peu vers le N.. Ce grand caractère stratigraphique a été mis dans tout son jour par les auteurs de la carte géologique de la France, et il s'est trouvé parfaitement d'accord avec les résultats que nous avons obtenus nous-même en partant d'un point de vue différent.

Sans prétendre donner ici un tableau complet de ce vaste ensemble de dépôts, parce qu'il faudrait répéter des descriptions acquises depuis longtemps à la science, nous tâcherons cependant de faire entrer dans notre cadre les principaux faits connus et de les

relier, dans une classification générale, aux observations plus récentes sur lesquelles nous devons insister davantage, puisqu'elles appartiennent à la période scientifique dont nous avons à retracer l'histoire. Afin de laisser le moins d'incertitude possible, nous ne craindrons pas de multiplier les détails, surtout pour le bassin de la Seine dont la partie centrale, qui entoure Paris, avait été seule bien explorée. Il résultera, nous l'espérons, de ce travail de coordination, des aperçus plus nets, des appréciations et des vues d'ensemble plus satisfaisantes que ne l'ont permis jusqu'à présent les observations purement locales.

Le terrain tertiaire dont nous allons nous occuper, circonscrit sur une grande partie de son pourtour par le terrain secondaire, offre en général l'aspect d'un plateau ondulé, profondément sillonné par les vallées des cours d'eau qui se réunissent à la Loire ou à la Seine, ou bien qui se rendent directement à la mer. Le niveau moyen de ce plateau ne dépasse pas 120 à 130 mètres, et les altitudes plus grandes qu'atteignent les couches tertiaires ne sont point en rapport avec la forme et la direction des côtes actuelles, ni avec celles des anciennes plages secondaires, ni même avec les contours présumés du bassin auquel elles appartiennent. Ces altitudes ne sont pas non plus nécessairement en rapport avec l'âge des couches, ce qui prouve déjà, indépendamment de toute autre considération, que le relief actuel du sol ne résulte pas seulement de dénudations éprouvées par certaines parties de ces couches, mais encore de mouvements qui en ont plus ou moins altéré la position première.

Les points les plus élevés du terrain tertiaire du nord de la France, en-deçà de l'axe de l'Artois, forment une crête discontinue qui, partant de Verzy, à l'extrémité orientale de la montagne de Reims, où elle atteint 280 mètres, son maximum d'altitude, se dirige à l'O.-N.-O. vers la croix de Bellevue et le signal de Montaigu, dans la forêt de Villers-Cotterets, où elle conserve 255 et et 240 mètres de hauteur absolue. Cette crête culminante, indiquée encore à l'ouest par quelques parties élevées de la forêt de Halatte, forme la ligne de partage de deux cours d'eau secondaires : la Marne au sud, l'Aisne et l'Oise au nord. Plus à l'ouest, entre cette dernière rivière et l'Epte, autre affluent de la Seine, les collines de Chavançon, de Serans et de Mont-Javoult, dépassent aussi 200 mètres ; mais au nord comme au midi de cette série de points, les altitudes générales diminuent, quoique dans des rapports différents, pour chaque groupe en particulier.

La ligne de partage des bassins de la Seine et de la Loire n'est pas sensible à l'œil dans le plateau uniforme et continu que suit l'axe du Mellerault, depuis le canal de Briare jusqu'à la Loupe, et dont la hauteur moyenne ne dépasse pas 150 mètres. Ainsi un vaste plan incliné au S., depuis les points culminants dont nous venons de parler, et touchant toutes les sommités du bassin de la Seine, de même que la ligne de partage précédente, viendrait aboutir au pied des collines du Sancerrois, dont le relief est dû à une cause particulière et indépendante de cette disposition générale. Vers l'O. et le N.-O., les couches tertiaires s'amincissent, et des relèvements inégaux et non contemporains du terrain secondaire sous-jacent, ont fait que dans la Picardie, l'Artois et la Flandre, on trouve seulement des lambeaux de la formation tertiaire inférieure, tandis que dans le Perche, la Bretagne, le Maine, l'Anjou, la Touraine, le Berry et l'Orléanais, c'est-à-dire au-delà de l'axe du Mellerault, il n'existe guère que des dépôts de la formation moyenne.

Nous décrirons les divers groupes indiqués dans le tableau (*antè*, p. 447), en commençant par les moins anciens, c'est-à-dire dans un ordre inverse de celui que nous avions adopté en 1839 (1).

§ 1. — IIe Groupe. — **Faluns de la Bretagne et du bassin de la Loire.**

De même que nous n'avons reconnu aucune trace positive et suffisamment caractérisée de la formation tertiaire supérieure dans le bassin du Hampshire, dans celui de la Tamise (le crag de Norwich n'étant point compris dans ce dernier), ni en Belgique, de même nous n'avons aucune certitude que des dépôts de cet âge se soient formés dans la partie de la France dont nous allons parler. Ceux qui, dans l'ouest, à la surface des terrains anciens, ont été rapportés à cette période, nous semblent tout aussi bien placés dans le terrain quaternaire (*antè*, p. 190), et aucun des caractères qui leur ont été assignés (2) ne nous paraissent justifier, quant à présent, leur classement dans la série tertiaire.

Les faluns sont des dépôts marins, ordinairement composés de coquilles brisées et de polypiers mélangés d'une certaine quantité

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 168.

(2) De Fourcy, *Carte géologique du département du Finistère. Explication*, p. 155, 1844. — Id., *Carte géologique du département des Côtes-du-Nord*, ibid., 1844.

de sable siliceux à grains plus ou moins gros. La roche est en général meuble, quelquefois faiblement agglutinée par un ciment calcaire et donnant alors un grès grossier, tendre, léger, poreux. Ces dépôts, dont la puissance n'est jamais considérable, sont peu étendus, discontinus, isolés, et occupent des dépressions à la surface des terrains primaire, de transition, secondaire et même du calcaire lacustre tertiaire qui les a précédés immédiatement. La position de ces divers lambeaux, dont aucun ne s'élève à plus de 150 mètres au-dessus de la mer, a été indiquée sur la petite carte que nous avons donnée (1), et nous les mentionnerons ici en marchant du N. au S., depuis le Cotentin jusqu'à l'embouchure de la Loire, puis en remontant vers l'E. le bassin de cette rivière jusque dans la Sologne et l'Orléanais.

Département de la Manche.

En 1822, Al. Brongniart (2) avait rapporté les faluns de la vallée de la Loire au calcaire grossier des environs de Paris; mais peu après M. J. Desnoyers décrivit une *formation marine probablement plus moderne que le calcaire grossier et analogue aux terrains tertiaires du bassin de la Loire* (3). Il comprenait sous cette dénomination : 1° un tuf jaune et un calcaire coquillier marin exploités à Sainteny, à Auxais et sur d'autres points aux environs de Carentan; 2° des sables quartzeux agglutinés par un ciment calcaire et renfermant des Balanes, une grande Térébratule et des polypiers, près du village de Saint-André-de-Bouhon, également au midi de Carentan. M. Desnoyers, frappé des rapports que présentaient les fossiles de ces dépôts, d'une part avec ceux des faluns des bords de la Loire, et de l'autre avec ceux du crag rouge, crut pouvoir regarder les uns et les autres comme étant du même âge.

Depuis lors, M. Lyell (4), guidé par les indications de M. de Gerville, a signalé, près de la ferme de Cadet, à Rauville-la-Place, un banc de coquilles où, sur 29 espèces, 15 étaient du crag de Suffolk. Le dépôt de Saint-Georges-de-Bouhon, qui lui parut aussi appartenir au crag, est un tuf calcaire, ferrugineux, de 10 mètres d'épais-

(1) D'Archiac, *Neu. Jahrb.*, pl. X. 1839.

(2) *Description géologique des environs de Paris*, p. 311, édit. in-8, 1835.

(3) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, vol. II, p. 231. 1825.

(4) *On the faluns of the Loire*, etc., Sur les faluns de la Loire et une comparaison de leurs fossiles avec ceux des couches tertiaires plus récentes du Cotentin, et sur l'âge relatif des faluns et du crag du Suffolk. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 437. 1841.)

seur, avec *Terebratula variabilis* Sow. et quelques polypiers que l'on retrouve dans les faluns de la Touraine. A Longueville, près de Sainteny, puis aux fermes de Blachou et de Raffanville, on remarque, dans un calcaire tendre, des empreintes de *Pecten striatus* Sow. et d'autres coquilles qui présentent les caractères généraux de la faune du crag et non ceux d'une faune qui serait intermédiaire entre celle-ci et celle des faluns.

Département des Côtes-du-Nord.

Le point le plus occidental où se montrent ces derniers est le village d'Evran, au sud de Dinan. Ils y forment une couche de 3 à 4 mètres d'épaisseur, composée de sable coquillier et corallien, blanc, recouvert d'un lit d'argile rouge brun. A la partie inférieure du sable est une grande espèce d'Huître qui diffère de l'*O. virginica* Lam. de la Touraine. Dans la même carrière, on rencontre de nombreux polypiers, des échinodermes, des dents de Squales, des côtes de Lamentins, des vertèbres de Dauphins et des dents de Mastodontes. Quelquefois la roche prend la structure concrétionnée et l'aspect d'un travertin. Ce dépôt se voit aussi au Quiou et à Pas-de-Hac. A Saint-Juvat, le falun est surmonté d'une argile où se voient des puits naturels cylindriques. Dans ces diverses localités, M. Lyell a recueilli 26 espèces de coquilles, 1 cirrhipède, 5 échinodermes, 5 polypiers, 7 poissons et des débris de cétacés et de mammifères terrestres. Presque toutes les coquilles sont identiques avec celles des faluns du bassin de la Loire, et il en est de même des polypiers. Les poissons, excepté le *Carcharias megalodon*, sont des espèces de la mollasse.

M. E. de Fourcy (1) a décrit aussi, sous le nom de *mollasse coquillière*, le dépôt de Saint-Juvat, placé dans une dépression du terrain de transition, et qu'il regarde comme représentant la partie supérieure de la formation tertiaire moyenne. M. Duchassaing (2) y a signalé les débris d'un *Metaxytherium* qui aurait eu des dimensions beaucoup plus grandes que les Dugongs actuels.

Département d'Ille-et-Vilaine

M. Toulmouche (3) a présenté au congrès scientifique tenu à Caen, en 1833, un *Essai d'une carte géologique et minéralogique du département d'Ille-et-Vilaine*, dont un extrait a été inséré

---

(1) *Carte géologique du département des Côtes-du-Nord. Explication*, p. 137. 1844.

(2) Thèse soutenue devant la Faculté des sciences, 1843.

(3) *Mém. de la Soc. géologique de France*, vol. II, p. 41, pl. VI, 1835. — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. VIII, p. 337. 1835.

dans le compte rendu des travaux de ce congrès. La carte qui accompagnait le mémoire a été publiée avec une notice explicative dans le tome II des Mémoires de la Société géologique. Le terrain tertiaire occupe, dans ce département, cinq petits bassins isolés dont le plus considérable, celui de la Chaussairie, a 7 kilomètres de long sur 2 de large. Il paraît se diviser en deux séries de couches distinctes : l'une appartenant à la formation tertiaire inférieure, est composée de calcaire marin coquillier, de marnes vertes, jaunes et blanches, et par place, d'un calcaire compacte, d'apparence lacustre ; l'autre, rapportée à la formation tertiaire moyenne, présente un calcaire siliceux et un calcaire sableux développé surtout près de Pompéan. Ce dernier calcaire, ainsi que les couches du bassin de Saint-Grégoire, à une lieue au nord de Rennes, renferme des dents de Squales, des côtes de Lamantins, des polypiers, etc., et avait été déjà placé dans la période des faluns (1). Le petit lambeau de Gahard, situé au fond d'une vallée creusée dans le schiste de transition, celui de Fems qui, plus au nord, repose sur le granite, de même que celui de la forêt du Perte, près d'Argentré, sur la limite du département de la Mayenne, sont probablement encore de la même période.

M. Payer (2) a fait remarquer qu'aux environs de Rennes les couches qui représentaient les faluns de la Touraine sont horizontales et recouvrent transgressivement celles qui, dépendant de la formation tertiaire inférieure, sont parallèles au calcaire grossier des environs de Paris. Ces dernières, suivant l'auteur, plongeraient de 45° à l'O.

Département de la Mayenne.

Dans les communes de Saint-Laurent-des-Mortiers et de Beaulieu on remarque deux petits lambeaux d'un agrégat de coquilles marines, brisées pour la plupart, et ayant appartenu surtout à des Huîtres et à des Peignes. M. Blavier (3) regarde ces dépôts comme du même âge que les faluns, et quelques traces semblables paraissent exister aussi dans le département de la Sarthe.

Département de la Loire-Infér.

Le bassin des Cléons et la plupart des dépôts coquilliers situés à

(1) J. Desnoyers (*Ann. des sc. nat.*, févr. 1829. — *Bull.*, vol. II, p. 443. 1832. — Lyell. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 437. 1841).

(2) *Compt. rend.*, vol. XIII, p. 483. 1841. — *L'Institut.*, 2 sept. 1841.

(3) *Essai d'une statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*, p. 87.

l'est, au nord et au sud-ouest de Nantes sont, dit M. Desnoyers (1), la continuation des faluns de l'Anjou et de la Touraine, mais placés à un niveau inférieur. Aux Cléons, la roche est un calcaire à polypiers avec mica et cailloux de quartz. Des dépôts analogues se voient au Loroux, à Vieillevigne et Limouzinière (2). M. Rivière (3) signale dans la Vendée ceux de la Grande-Chevrière et de la Garnepierre, et, d'après quelques coquilles rencontrées sur les bords du lac de Grandlieu, on peut présumer que cette nappe d'eau recouvre des couches marines du même âge.

Département de Maine-et-Loire. Dans le département de Maine-et-Loire, le falun, lorsqu'il est agrégé, constitue un grès coquillier ou mollasse, connu sous le nom de *grison*. Il occupe de petits bassins, ou la surface de plateaux peu élevés et à un niveau plus bas que celui du calcaire lacustre et des grès que ce dernier recouvre. Dans l'arrondissement de Baugé, à Noyant et à Chavagne, le falun repose sur le calcaire d'eau douce. D'après M. Le Châtelier (4) ces couches coquillières auraient occupé une portion considérable du département, mais leur faible consistance en aurait facilité la destruction par les causes qui depuis ont ravagé la surface du pays. Dans l'espace compris entre Doué, Thouarcé et Brissac, le falun est exploité pour l'amendement des terres et acquiert sa plus grande épaisseur. On le retrouve aussi à Tigné, Aubigné, Faveraye, Lechamp, Gonnord, Thorigné, Pouancé, Chazé-Henri, Contigné, Marans, Noyant et Chavagne. Au-dessus des dépôts marins, mais appartenant encore à la formation moyenne, suivant MM. de Montmarin, Le Châtelier et Cacarié (5), se montrent des sables plus ou moins grossiers, mélangés quelquefois d'argile ferrugineuse ou agglutinés sous forme de grès. Ces roches recouvrent parfois les plateaux élevés, ou restent par lambeaux sur les flancs des vallées. Sur beaucoup de points leur existence n'est signalée que par une couche superficielle et très mince de galets. Les masses les plus importantes s'observent entre Brissac et Chavaignes, dans les envi-

(1) *Ann. des sc. nat.*, vol. XVI, p. 171 et 402. 1829. — *Bull.*, vol. II, p. 443. 1832. — Voyez aussi Dubuisson, *Carte géologique du département de la Loire-Inférieure*. 1833.

(2) Lyell, *loc. cit.*

(3) *Compt. rend.*, vol. X, p. 763. 1840. — *Bull.*, vol. XI, p. 296. 1840.

(4) *Statistique du département de Maine-et-Loire*, 1re partie, p. 180. Angers, 1842.

(5) *Carte géologique du département de Maine-et-Loire*. 1845.

rons de Sceaux, de Thorigné, et sur les deux rives du Layon, de Concourson à Chalonnes.

Sur 57 espèces de coquilles recueillies par M. Lyell (1) dans les faluns des environs d'Angers, 13 seulement ne se sont pas encore rencontrées dans ceux de la Touraine, et il n'y en a que 9, ou 17 pour cent, qui aient leurs analogues vivantes, ce qui donne une proportion sensiblement plus faible que celle qui a été obtenue pour d'autres localités. Le *grison* de Doué et les faluns de la Grézille, de Renaulon, d'Illet, etc. renferment 34 espèces de polypiers, 4 échinodermes, 3 poissons et plusieurs coquilles dont la plus remarquable est le *Pecten solarium*, Lam. Par l'abondance des polypiers et le petit nombre des mollusques, ces dépôts ressemblent beaucoup au crag corallien du Suffolk, quoiqu'ils s'en distinguent par les espèces aussi nettement que les autres localités du bassin de la Loire (2).

La coupe que nous avons donnée de Noyant à Mesmé (3) montre aussi que, suivant toute probabilité, les faluns reposent successivement, dans cet espace d'à peine deux lieues, sur les *couches à ostracées*, sur le grès vert et sur le groupe oolithique inférieur. Un peu à l'O., au-dessous de Soulangé, ils seraient au contact du terrain de transition. A Doué, le *grison* que l'on exploite et dans lequel sont creusées une partie des habitations de la commune, a une épaisseur variable, mais qui dépasse quelquefois 15 mètres. Il présente souvent des indications de clivage oblique aux plans des strates qui sont horizontaux, et à la base est une couche de glaise qui retient les eaux des puits de Doué, de Soulangé, de la Chapelle et de Doulces.

Département d'Indre-et-Loir

M. F. Dujardin (4) a décrit les dépôts circonscrits de Mantelan, de Louhans, de Bossée, de Sainte-Catherine-de-Fierbois, de Ferrière-l'Arçon, au nord et à l'est de Sainte-Maure. Leur épaisseur moyenne ne dépasse pas $3^{m},50$ et elle est souvent beaucoup moindre. La surface totale qu'ils occupent n'a pas plus de trois

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 437. 1841.
(2) *Bull.*, vol. XII, p. 433, 478 et 484. 1841.
(3) D'Archiac, *Etudes sur la formation crétacée*, 2e part. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. II, pl. II, fig. 7. 1846.)
(4) *Mémoire sur les couches du sol en Touraine* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. II, p. 250, avec carte et 3 planches de fossiles. 1837.) — Voyez aussi R. C. de Croy, *Etudes statistiques*, etc., *sur le département d'Indre-et-Loire*, p. 138, in-18. Tours, 1838.

lieues carrées, et ils inclinent faiblement au S.-E. A Louhans, où le falun se trouve à 100 mètres au-dessus de la Loire, il recouvre le calcaire lacustre. C'est entre Mantelan et Bossée qu'il atteint le plus d'épaisseur et que l'on trouve les fossiles les plus volumineux, tandis qu'à Louhans, situé à l'extrémité nord de ce petit bassin découpé, les espèces sont moins grandes, littorales et associées à des Hélices, des Planorbes, des Auricules, etc. Dans toute la partie nord-est du bassin, les faluns reposent sur l'argile de l'étage des poudingues et sables supérieurs, vers Bossée sur le calcaire lacustre qui recouvre ces derniers, et entre Mantelan et la Chapelle-Blanche sur la craie micacée.

A trois lieues au nord de Tours, près de Semblançay, un lambeau de sable quartzeux coquillier et une vase marine bleuâtre avec *Petricola ochroleuca*, Lam., *Turritella triplicata*, Broc. et des *Cardium*, représentent les faluns de Sainte-Maure. A Savigné, à l'ouest du précédent, un autre bassin marin s'étend sur une surface de trois lieues en tout sens et repose sur le calcaire lacustre. Les débris de coquilles, agglutinés par un ciment calcaire, forment une roche qui s'exploite en larges dalles nommées *pierre de Croit*. De petits lambeaux de ce bassin se prolongent vers le N.-O., par Channay, Meigné-le-Vicomte, Cléon, et plus loin encore vers Noyant et Chavagne (Maine-et-Loire), où nous les avons signalés.

Dans le plus grand nombre des cas ces amas de coquilles brisées se sont formés sur des rivages, sur une grève, ou sur des bas fonds, et leur position actuelle fait penser à l'auteur qu'ils n'ont pas été déposés dans un long golfe occupant tout le bassin que parcourt aujourd'hui la Loire. Les couches lacustres sous-jacentes montrent que le creusement de la vallée est plus récent que la période de leur dépôt, et leur relation avec les sédiments marins porte à croire que le soulèvement qui a incliné tous les terrains vers l'O. et déterminé la Loire à suivre cette direction est postérieur au dépôt des faluns. La différence des niveaux auxquels on rencontre ces derniers est sans doute le résultat de ce même soulèvement, qui, ayant été lent, aura produit un déplacement successif du rivage.

Dans le mémoire si important qu'il a publié en 1829, M. J. Desnoyers (1) a fait connaître les principaux fossiles de la classe des

(1) *Sur des dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine.* (*Ann. des sc. nat.*, vol. XVI, 1829.) —

mammifères qui ont été recueillis dans les faluns, et M. Dujardin, à la suite du travail que nous venons de mentionner, s'est occupé des coquilles dont il a décrit 248 espèces. Sur ce nombre, 123 n'ont pas d'analogues vivantes connues, et parmi elles 67 n'ont encore été trouvées que dans les faluns ; 48 sont signalées dans d'autres localités (l'Italie, Dax, Bordeaux, le Suffolk, etc.), et 125 auraient leurs analogues vivantes. Parmi ces dernières, 79, dont 3 non marines, sont de la Méditerranée et ont été rencontrées à l'état fossile en Sicile, dans les faluns des bassins de la Garonne et de l'Adour ; 17 dont 11 vivent aussi dans la Méditerranée n'ont pas été trouvées ailleurs à l'état fossile, et il y en a 29 dont il est douteux que les analogues vivent à présent. Sur les 248 espèces, 82 ont été recueillies dans les faluns des environs de Bordeaux et de Dax, et 84 dans les dépôts tertiaires de la Sicile et de l'Italie. Ces résultats numériques ont été vivement contestés par M. J. Desnoyers (1), qui a fait voir avec beaucoup de force et de justesse combien était sujette à erreur la détermination de l'âge des couches tertiaires, établi d'après la proportion des espèces de coquilles vivantes que l'on y trouve. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ces observations, lorsque nous traiterons de la classification des faluns.

M. Lyell (2) a reconnu que le falun de Savigné renfermait beaucoup de coquilles des environs de Doué, et de plus il y signale 18 espèces de polypiers, 2 échinodermes, 26 espèces de mollusques, 4 espèces de poissons et des dents de *Chæropotamus Cuvieri*. 10 espèces de coquilles paraissent propres à cette localité, et 23, ou 30 pour cent, ont leurs analogues dans les mers actuelles. Parmi les poissons, le *Lamna contortidens* a été trouvé aussi dans le crag du Suffolk, et l'espèce précédente de *Chæropotamus* serait commune aux formations tertiaires inférieure et moyenne.

A Louhans, le même savant signale 180 espèces de coquilles et 6 polypiers seulement. 147 de ces coquilles ont été trouvées dans d'autres localités et 49, ou 36 pour cent, ont leurs analogues vivantes. A Bossée, sur 129 espèces, 40, ou 32 pour cent, vivent encore aujourd'hui, et toutes, à l'exception de 13, ont été rencontrées sur d'autres points. Il y a, en outre, 6 espèces de polypiers, des débris

---

Voyez aussi de La Bèche, *Manuel géologique*, traduction française, p. 260.

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 203. 1837.

(2) *Loc. cit.*

de *Lamna*, de *Myliobates*, et une dent de *Dichobune*, pachyderme de la formation inférieure de France et de l'île de Wight.

Département de Loir-et-Cher.

A Pont-Levoy, et à Thenay, on remarque, dit M. Dujardin (1), des coquilles libres et entières dans le sable, comme aux falunières précédentes ; mais en s'avançant vers la Sologne, du côté de Contres et au-delà, on ne trouve plus qu'un sable calcaire, fin, jaunâtre, contenant des fragments de Peignes, d'Huîtres et de polypiers. Ce sable en s'agglutinant donne lieu à des plaques solides, irrégulières et sonores, comme à Saint-Aubin, à Thenay, etc. Le sable, en grande partie composé de fragments de coquilles, recouvre un calcaire lacustre percé par des Pétricoles, et est surmonté à son tour par une argile rouge, du sable et du limon. Au nord de la ville de Blois, il existe encore un petit lambeau de falun coquillier.

Sur 163 espèces de coquilles recueillies par M. Lyell (2) aux environs de Pont-Levoy, 45, ou 35 pour cent, auraient leurs analogues vivantes, et, comparées aux 180 de Louhans, on en trouve 106 qui sont communes aux deux localités, et 36 seulement propres à Pont-Levoy. Les polypiers n'ont offert de même que 6 espèces. A Sambin, le falun blanc est recouvert par un dépôt rouge, ferrugineux, composé de gravier avec grains de quartz et silex provenant du calcaire lacustre. Ce dépôt ressemble beaucoup à celui qui recouvre le crag rouge du Suffolk. Plusieurs lambeaux de faluns se montrent également à l'est de Sambin, de même qu'entre Contres et Soing.

Département du Loiret et du Cher.

En continuant à s'avancer vers l'E., on entre dans la Sologne qui comprend la partie orientale du département de Loir-et-Cher, la partie sud de celui du Loiret et la partie nord du département du Cher. Elle est occupée par des argiles sablonneuses de 20 à 25 mètres d'épaisseur, et même davantage, qui semblent former dans cette direction le prolongement de l'étage des faluns, et qui reposent indifféremment sur le calcaire lacustre et sur les sables à silex ou poudingues incohérents sous-jacents. M. Lockhart (3) en rendant compte de deux sondages exécutés par M. Mulot à la ferme de la Guérinière près de Sennely (canton de la Ferté-Saint-Aubin), sondages qui avant d'atteindre le calcaire lacustre ont traversé, sur une hauteur de 57^{m},21, vingt-cinq alternances d'argiles

(1) *Loc. cit.*, p. 252.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Rapport sur deux opérations de sondage*, etc. (*Mém. de la Soc. des sciences*, etc., *d'Orléans*. 1846.)

sableuses et de sables divers, pense que cette puissante assise meuble appartient au terrain diluvien ou *terrain de comblement de la Sologne ;* mais la légende explicative jointe aux coupes, en faisant connaître les éléments de cette assise, nous semble plutôt appuyer sa contemporanéité avec les faluns. Entre Vierzon et Orléans, on remarque que ces argiles gris-jaunâtre renferment une très grande quantité de grains de quartz blanc-laiteux, constituant quelquefois la presque totalité de la masse, et passant ailleurs à de véritables cailloux. Ces argiles, souvent verdâtres à la base, jaunâtres et rougeâtres vers le haut, remontent en suivant la rive gauche de la Loire, jusqu'au-delà de Sancerre. M. V. Raulin (1) a fait voir que sur cette limite orientale les sédiments de la période des faluns atteignaient jusqu'à 203 mètres d'altitude. Ils s'étendent au N., à l'E. et à l'O., sur les pentes inférieures des collines du Sancerrois, et n'ont point été affectés par le soulèvement de ces dernières.

On n'a pas, à la vérité, trouvé dans tout cet espace de fossiles qui puissent aider à déterminer les vrais rapports de cette grande assise argilo-sableuse; mais au nord de la Loire, dans les communes de Chevilly, des Barres, des Aydes, de Saint-Paravy-la-Colombe, de Bacon, et dans la forêt d'Orléans, un dépôt de sable quartzeux, d'argile ferrugineuse diversement colorée, et de cailloux roulés toujours superposés au calcaire lacustre, renferme beaucoup d'ossements de Mastodontes, de Tapirs gigantesques, de Cerfs, de Tortues, d'*Emys*, de *Trionyx*, de Chœropotames, d'Hippopotames, de Castors, de Crocodiles, de Rhinocéros, et des bois dicotylédones silicifiés. M. Lockhart (2) à qui l'on doit ces renseignements, et qui dans une autre notice (3) a cité des débris de *Dinotherium*, de *Lophiodon*, de *Canis* et de Cerfs avec des *Unio*, des Cyclades et des bois de palmier silicifiés, pense que le tout est de l'âge des faluns. Ces couches sableuses et caillouteuses auraient succédé au calcaire lacustre qui à Montabuzard renferme des ossements de la plupart des mêmes espèces. C'est dans ces sables, à 2 myriamètres de Chevilly, que

---

(1) *Mémoire sur la constitution géologique du Sancerrois.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 129 et 236. 1847.)
(2) Extrait des *Mém. de la Soc. royale des sc. d'Orléans*, vol. I. 1837.
(3) *L'Institut*, 10 juin 1846 — Voyez aussi : *Compt. rend.*, vol. VII, p. 1081, 1838.

M. Bourjot (1) a découvert une mâchoire inférieure de *Dinotherium*. Plus récemment. M. Lockhart (2) a donné encore une liste des débris de vertébrés fossiles qu'il a découverts dans les sablières de diverses communes du département du Loiret, et d'après l'énumération de ces ossements, nous sommes porté à regarder les nouveaux gisements comme appartenant aussi à la période des faluns, et non à l'époque quaternaire ou diluvienne.

Age des faluns déterminé par les méthodes paléontologiques.

Si l'ancienneté relative des faluns ou premier étage de la formation tertiaire moyenne a pu être rigoureusement établie dans la Touraine, le Blaisois et l'Orléanais, par leur superposition directe au calcaire lacustre supérieur du bassin de la Seine, et si la ressemblance des caractères pétrographiques et zoologiques de ceux de l'Anjou et de la Bretagne, qui reposent sur des terrains plus anciens, permet de les regarder comme contemporains des premiers, il n'en est pas de même de l'âge absolu de tous ces dépôts coquilliers qui ne sont nulle part recouverts par des couches régulières d'une époque certaine. Pour leur assigner une place définitive dans la série géologique, entre le calcaire lacustre et le terrain moderne, on a eu recours aux deux méthodes zoologiques suivantes. Par la première, on compare les fossiles, et plus particulièrement les coquilles, aux espèces qui vivent encore dans nos mers, et l'on conclut le degré d'ancienneté des dépôts du rapport trouvé entre le nombre des espèces éteintes et celui des espèces dont les analogues existent actuellement ; on conçoit que les dépôts sont jugés d'autant plus anciens que ce rapport est exprimé par un chiffre plus faible. La seconde méthode consiste à comparer les fossiles du dépôt dont on veut déterminer l'âge avec ceux d'un ou de plusieurs autres dépôts dont l'ancienneté a pu être rigoureusement établie par des superpositions directes, au-dessus et au-dessous. Or, l'histoire des faluns comme celle du crag (*antè*, p. 451) et celle du terrain tertiaire d'Italie dont nous parlerons ci-après est très propre à faire voir l'incertitude et l'insuffisance de ces deux modes de détermination.

Il ne semble pas possible d'adopter pour base dans une science un principe emprunté à une autre science, où il n'est pas généralement admis et où il est encore l'objet de vives controverses et

(1) *Compt. rend.*, vol. VII, 17 déc. 1838. — *L'Institut*, 20 déc., *idem*.

(2) *Description des fossiles de l'Orléanais.* (*Mém. de la Soc. des sc.*, etc., *d'Orléans*, vol. VII. 1848.)

d'interprétations diverses parmi les esprits les plus éclairés et les plus éminents. Or, l'*espèce* qui est la base des deux modes de détermination que nous venons d'indiquer présente-t-elle au géologue les caractères d'un principe rigoureux sur lequel il puisse s'appuyer avec toute confiance? Les zoologistes sont divisés sur la réalité de l'espèce en elle-même, et ceux qui l'admettent ne s'accordent pas sur la valeur des caractères spécifiques, ni sur la nature même de ces caractères. Ainsi la plupart des naturalistes prennent pour déterminer une espèce, surtout dans les animaux vertébrés et articulés, ce que l'on nomme les caractères zoologiques ou extérieurs, les caractères anatomiques ne leur paraissant pas nécessaires. Pour les animaux inférieurs les uns pensent que ces derniers sont indispensables, les autres, au contraire, que les caractères spécifiques sont suffisamment traduits par ceux du dehors ou par ceux de l'enveloppe calcaire, chez les animaux qui en sont pourvus. On voit déjà que d'un côté on semble nier l'existence absolue et invariable des espèces à un certain point de vue général, et que de l'autre, en l'admettant, la détermination a lieu tantôt par des caractères extérieurs, tantôt par des caractères anatomiques. De plus, on se contente souvent, à l'égard des restes fossiles, des différences qu'offrent la forme des produits calcaires sécrétés par l'organisme animal et même celle des moules, des empreintes et des contre-empreintes laissés par ceux-ci dans la roche, après leur disparition.

Mais en concluant si facilement du contenant au contenu, est-on du moins d'accord sur l'importance et le nombre des caractères employés, sur leur corrélation et leur subordination? C'est ce à quoi répondent suffisamment cette multitude de formes organiques qui, dans un laps de quelques années, sont successivement transportées dans cinq ou six genres, celles qui, regardées comme des espèces bien caractérisées par les uns, ne sont admises par d'autres qu'à titre de variétés et réciproquement, enfin ces expressions d'*analogue* comme distinctes d'*identique*, de *sub-analogue*, de *représentative*, etc. qui témoignent de l'incertitude du point de départ, comme de tentatives peu réfléchies pour résoudre les questions avec des éléments incomplets, et fixer les idées sur les rapports des choses. Aussi, de cette *fluctuation* que subissent dans leur classement les corps organisés fossiles résulte-t-il des *oscillations* correspondantes dans les applications que l'on fait de la zoologie à la géologie, oscillations qui ne doivent pas sans doute faire repousser les conclusions déduites de l'examen des fossiles, mais qui obli-

gent à les admettre avec plus de réserve qu'on ne le fait souvent.

M. J. Desnoyers, qui avait assimilé les faluns au crag d'Angleterre, contrairement à l'opinion exprimée depuis par MM. Lyell et Deshayes, est revenu sur ce sujet à propos des conclusions de M. Dujardin, que nous avons rapportées. Après avoir exposé d'une manière très lucide l'état de la question, il a fait voir (1) que, d'après M. Deshayes, les faluns renfermaient 19 pour cent de coquilles identiques avec des espèces vivantes, et que, d'après M. Dujardin, cette proportion était de 50 pour cent. Le crag d'Angleterre, suivant M. Deshayes, présenterait aussi 50 pour cent d'espèces vivantes, tandis que pour M. Beck il n'y aurait aucune espèce des mers actuelles. D'où il résulte que pour M. Dujardin les faluns seraient aussi récents que les dépôts sub-apennins, ou de la formation supérieure, tandis que pour M. Deshayes ils seraient beaucoup plus anciens. Ce dernier savant regardait aussi le crag comme appartenant à la période sub-apennine, et M. Beck le rapportait à la formation tertiaire inférieure (2).

---

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 203. 1837. — *Magaz. of nat. history*, 2e sér., vol. II, p. 111, mars 1838.

(2) Pour mieux apprécier les questions de ce genre, on pourrait les présenter sous la forme suivante : soit a le nombre des espèces *connues* d'un dépôt tertiaire dont on veut déterminer l'âge ; A le nombre *total* ou *absolu* des espèces qu'il renferme ; b le nombre des espèces *connues* dans les mers actuelles ; B le nombre *absolu* de toutes les espèces qui y vivent : c le nombre des espèces *reconnues* communes à a et b, ou au dépôt tertiaire et à la faune actuelle, C le nombre *absolu* des espèces fossiles qui ont encore leurs identiques vivantes. Ces six quantités pourront être mises sous la forme $\frac{a}{A}$, $\frac{b}{B}$, $\frac{c}{C}$. Dans ces nombres fractionnaires, tous les numérateurs sont connus, mais les dénominateurs ne le sont pas, et C, qui est le nombre cherché et non pas c, quantité variable dont on se sert à tout, ne sera obtenu que lorsque les rapports $\frac{a}{A}$ et $\frac{b}{B}$ le seront eux-mêmes. Dans ces expressions, les numérateurs sont incessamment variables. Si, en effet, $\frac{a}{A} = \frac{1}{2}$, par suite de nouvelles recherches il pourra devenir $\frac{2}{3}$, puis $\frac{3}{4}$, puis $\frac{4}{5}$, et enfin, si l'on arrive à connaître tous les fossiles du dépôt tertiaire, on aura $a = A$. Il pourra en être de même pour $\frac{b}{B}$; mais la proportion ne croîtra pas nécessairement

En comparant nous-même (1) deux séries à peu près égales de fossiles du crag et des faluns, nous n'avions trouvé que 24 espèces de communes, ou 1/15 du nombre total; « et considérés dans leur » ensemble, disions-nous alors, les mollusques du crag paraissent » avoir vécu sous une température plus froide ou dans des condi- » tions climatologiques très-différentes de celles où se trouvaient » les coquilles des faluns. Les Cônes, les Olives, les Porcelaines, les » Mitres, les Pyrules, les Fuseaux, les Pleurotomes, les vrais Rochers, » les Cérites, les Arches, les Cardites, sont peu nombreux dans le » crag, ou n'y sont représentés que par de petites espèces, tandis » que dans les faluns, ces genres, par la forme, le nombre, et la » grandeur de leurs espèces, dénotent l'influence des mers tropi- » cales. Les polypiers et les annélides annoncent encore, par leurs » dimensions et par la présence de certains genres, une température » plus élevée que celle de l'époque du crag. Or, ces différences » sont beaucoup plus sensibles que celles que l'on observe aujour- » d'hui entre les animaux de la mer d'Allemagne et ceux des côtes » de la Bretagne et de la Vendée. M. J. Desnoyers a objecté à la » vérité qu'en s'avançant de la Loire vers le N. les divers dépôts

---

dans le même rapport. Ainsi, si $\frac{b}{B}=\frac{60}{100}$, on pourra obtenir successivement $\frac{b}{B}=\frac{61}{100}=\frac{62}{100}=\frac{63}{100}$, et ainsi de suite. Mais peut-être n'arrivera-t-on jamais à avoir b=B, condition cependant indispensable pour avoir $c=$ C, c'est-à-dire le rapport exact ou le nombre absolu des espèces du dépôt tertiaire qui vivent encore. A cette condition seule, la partie numérique de la question sera résolue; mais il restera ensuite à apprécier les causes d'erreurs résultant de la bonne ou mauvaise détermination des espèces.

De son côté, M. Agassiz a également fait voir que, zoologiquement, la méthode, en apparence si simple et si facile, des nombres proportionnels, était artificielle et devait être abandonnée. (*Iconographie des coquilles tertiaires réputées identiques avec des espèces vivantes. Nouv. Mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. VII, p. 5. Neuchâtel, 1845.) On sait de plus que, pour ce savant, aucune espèce fossile, même des formations tertiaires les moins anciennes, n'aurait son identique dans les mers actuelles (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 88). Ainsi la méthode serait non seulement artificielle, mais encore établie sur une base absolument fausse. Nous sommes loin d'admettre des assertions aussi absolues, et nous ne les reproduisons que pour faire voir le peu de solidité de certains principes sur lesquels on voudrait asseoir la géologie.

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 217. 1839.

» de falun présentaient des fossiles dont l'analogie avec ceux du crag
» était de plus en plus prononcée ; mais on admettra difficilement
» qu'une progression suivie et complète puisse s'établir sur une
» distance de quelques degrés en latitude (1). »

M. Lyell, qui avait aussi donné plusieurs motifs à l'appui de cette manière de voir, a fait depuis de nouvelles recherches, tant en France qu'en Angleterre. Nous avons déjà mentionné celles de ses observations qui se rattachent à diverses localités, mais il nous reste à exposer les conclusions plus générales auxquelles il est arrivé et qui confirment l'ancienne opinion de M. Desnoyers sur le parallélisme du crag et des faluns.

Toutes les coquilles des différents dépôts de faluns, dit le savant géologue anglais (2), appartiennent à un même groupe, et 44 espèces, qui ont leurs analogues dans le crag, vivaient avec les Cônes, les Porcelaines, les Fasciolaires et autres formes tropicales. Des 43 espèces de polypiers qui ont été déterminées, 7, ou 15 pour cent, proportion qui est presque la même que pour les coquilles, s'accordent aussi avec des espèces du crag. Les Astrées, les Lunulites et les Dendrophyllies de la Touraine n'ont pas été trouvées dans les mers d'Europe, au nord de la Méditerranée Cependant les polypiers des faluns n'indiqueraient pas non plus un climat plus chaud que celui des côtes actuelles du midi de l'Europe. La proportion des espèces vivantes est dans le crag rouge de 30 pour cent, et dans le crag corallien de

(1) Nous ne tenions pas assez de compte alors de l'énorme influence de la forme des côtes et de la disposition des terres sur l'*habitat* ou la *station* des mollusques marins, circonstances qui rendent compte d'une foule d'anomalies que les différences de latitude ne peuvent expliquer. Ainsi, M. A. Gould a fait voir l'importance d'une pointe de terre, comme celle du cap Cod (Massachusetts), qui s'avance de 40 à 50 milles en mer, sur une largeur de 20 milles, pour opposer une barrière à la migration de beaucoup de genres et d'espèces. 7 des genres qui vivent au nord de cette petite péninsule n'ont pas encore été trouvés au sud, tandis que 8 qui vivent de ce dernier côté n'ont pas été rencontrés au nord. Sur 203 espèces, 81 ne passent pas au sud, et 30 n'ont pas été recueillies au nord, quoique beaucoup d'entre elles vivent très près les unes des autres. Enfin, il y en a 92 ou moins de la moitié qui s'étendent à la fois au sud et au nord du cap. (*Boston Journ. of nat. history*, vol. III, p. 491. 1840-41.) Les chiffres donnés par M. Ed. Forbes, comme étant extraits du rapport de M. Gould sur les animaux invertébrés du Massachusetts, diffèrent assez de ceux-ci. (*Mem. of the geol. Survey of great Britain*, vol. I, p. 378. 1846.)

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*. vol. III, p. 437. 1841.

20 pour cent; en les réunissant, la proportion devient de 25 pour cent qui est précisément celle que l'auteur a trouvée pour les coquilles des faluns. Les espèces vivantes qui ont leurs analogues dans le crag appartiennent aux mers britanniques, et celles qui ont leurs analogues dans les faluns, à la Méditerranée. Quant à la grande différence des deux faunes fossiles, eu égard à leur peu d'éloignement, on peut remarquer qu'il y en a de tout à fait comparables aujourd'hui des deux côtés des isthmes de Suez et de Panama.

Les débris de mammifères et les coquilles lacustres et terrestres prouvent le voisinage de terres émergées, et si ces terres formaient une barrière entre la région occupée par le crag et celle des faluns, le caractère plus septentrional de la faune du premier pourrait résulter de ce que la mer, dans laquelle ces animaux vivaient, était ouverte au N. Quoi qu'il en soit, les fossiles du crag et des faluns sont presque entièrement distincts de ceux de l'argile de Londres et du bassin de la Seine. Enfin, sans prétendre tirer une conclusion trop rigoureuse des rapports numériques qu'il a trouvés, M. Lyell pense que le crag appartient comme les faluns à la formation tertiaire moyenne (*miocène*), et que, de même que le crag corallien et le crag rouge n'ont pas été déposés en même temps, il pourrait y avoir une différence semblable dans l'âge relatif des faluns et du crag.

Dans leur *Catalogue raisonné des échinodermes*, MM. Agassiz et Desor (1) ont mentionné plusieurs espèces fossiles provenant des faluns, et de son côté M. H. Michelin a consacré les 6 dernières planches de son *Iconographie zoophytologique* (2) aux polypiers de ces mêmes dépôts. Ce dernier travail fait vivement désirer une monographie des coquilles et la description des fossiles des autres classes, qui nous permettront d'apprécier plus complétement la richesse de la faune du bassin de la Loire et des terres voisines, à la fin de la période tertiaire moyenne.

§ 2. — IIIe Groupe. — Calcaire lacustre supérieur.

1er Étage : calcaire à Hélices de la Beauce et de l'Orléanais.
2e — : argile et meulière, calcaire et marnes lacustres.

Non seulement le calcaire lacustre supérieur présente des caractères assez différents, lorsqu'on l'étudie en marchant du N. au

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., vol. VI, VII et VIII. 1846-1847.
(2) In-4, avec 79 pl. Paris, 1840-47.

S., mais encore, dans cette dernière direction, un second étage se superpose au premier, à la hauteur de [illegible], pour se confondre avec lui sur les rives de la Loire; aussi les décrirons-nous simultanément, en commençant par celui qui s'étend le plus loin vers le N., et qui est le plus ancien.

« Nous réunissons dans le second étage de ce groupe le calcaire » lacustre avec les argiles et les meulières qui semblent n'en être » qu'une modification, quoique les circonstances de leur gisement » soient un peu différentes; mais on voit ces diverses roches au » contact même des grès, dans des localités peu éloignées les unes » des autres, et le calcaire lacustre passer par des nuances insen- » sibles d'un calcaire marneux à une meulière presque complète- » ment siliceuse (1). » Lorsque les deux assises existent sur le même point, les calcaires ou les marnes sont toujours inférieurs aux argiles avec meulières.

Sur sa limite extrême, au N., le calcaire lacustre supérieur n'offre que des lambeaux isolés qui couronnent quelques uns des sommets de la crête indiquée dans la forêt de Villers-Cotterets (2). On en trouve des fragments épars à la croix de Bellevue, à 255 mètres d'altitude, point le plus élevé où il ait été signalé. A l'O. il forme le couronnement des sables supérieurs sur une largeur qui varie de 60 à 200 mètres seulement, et sur une longueur de plus de 7 kilomètres. Souvent les bancs minces sont discontinus et les fragments sont disséminés sur le sol ou enveloppés dans le sable. La roche siliceuse qui ne renferme aucune trace de calcaire, constitue deux variétés principales, entre lesquelles viennent se ranger plusieurs autres moins bien caractérisées. On y trouve les *Lymnea cornea*, Al. Brong., et *cylindrica*, Brard, une petite Paludine très abondante, mais non décrite, et des graines de *Chara medicaginula*, Ad. Brong. Dans le bois du Tartre et au tertre de Flagny, entre Montmirail et la Ferté-sous-Jouarre, ces mêmes couches lacustres sont encore bien caractérisées par les *Lymnæa cylindrica* et *fabula*, Al. Brong., et les graines de *Chara*. C'est ce lambeau recouvrant une butte de sable su-

(1) D'Archiac. *Bull.*, vol. X, p. 213. 1839. — M. Ch. d'Orbigny a conservé les trois divisions de *calcaire à Hélices*, d'*argiles avec meulières* et de *calcaire d'eau douce*. (*Dict. pittoresque d'hist. nat.* 1838.)

(2) V. Raulin. *Bull.*, vol. IX, p. 346. 1838. — D'Archiac, *ibid.*, vol. X, p. 404. 1839 — *Description géologique du département de l'Aisne*. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 197. 1843.)

périeur qui démontra à M. Dufrénoy l'âge véritable, et méconnu jusque là, des meulières inférieures de la Ferté-sous-Jouarre, constituant le grand plateau que domine ce tertre.

On peut suivre la meulière supérieure au-dessus des buttes gypseuses de la bande nord, dans la direction de Dammartin. Dans les collines qui dominent le village de Cuisy, cet étage a 7 ou 8 mètres d'épaisseur, et donne lieu à des exploitations assez étendues. Le calcaire siliceux en plaques de diverses grandeurs est enveloppé dans une glaise grisâtre, panachée de jaune. Il diffère de la meulière des environs de Paris en ce qu'il est moins caverneux et présente des couleurs moins vives et moins variées. Il est généralement blanc, très dur, compacte, traversé de tubulures très déliées. Il y a peu de silice dans la pâte calcaire, mais cette substance a cristallisé dans les vides de la roche et a remplacé le test des Paludines, des Planorbes et des Lymnées qui y sont très répandus.

Sur les collines qui s'allongent vers le N.-O. on ne trouve plus de bancs réguliers en place et il n'y a que des fragments épars à la surface des sables ferrugineux qui recouvrent les buttes. Les meulières de la bande moyenne des collines gypseuses paraissent être, avec celles de la bande méridionale, les plus colorées, les plus caverneuses et les plus siliceuses, et encore ces caractères manquent-ils au-delà de la rivière d'Oise. Dans le département de ce nom, M. Graves (1) distingue une couche de calcaire marneux, quelquefois argileux, renfermant des rognons calcaires durs et compactes, et, au-dessus, la meulière proprement dite, tantôt compacte, tantôt celluleuse, surmontant un grand nombre de collines sablonneuses, telles que celles de Montépilloy, de Montmélian, de Mont-Pagnotte, le plateau de Mont-Cornon, la butte de Saint-Christophe, les collines de Neuville-Bosc, de Sérans, de Montjavoult, etc.

Ces lambeaux, situés sur la limite nord, sont compris entre 202 mètres d'altitude (Montmélian), et 255 mètres (forêt de Villers-Cotterets). Dans cette dernière localité, ils se trouvent à 120 mètres au-dessus de la plaine formée par le calcaire grossier, disposition qui résulte, comme on le verra plus loin, de la puissance tout à fait exceptionnelle des sables moyens. Autour de Paris, les divers groupes tertiaires ont été étudiés avec beaucoup de soin par Alex. Brongniart, et il restait peu à faire pour celui qui nous occupe, lorsque

(1) *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 520, in-8. Beauvais, 1847.

les publications récentes de M. de Sénarmont sont venues combler les lacunes qui pouvaient exister encore.

A partir d'une ligne dirigée S.-E., N.-O., de la table du Grand-Maître, dans la forêt de Fontainebleau, et passant au-dessus de la Ferté-Aleps, d'Arpajon, de Chevreuse, etc., on voit le calcaire lacustre supérieur proprement dit reposer sur les sables. D'après J.-J. Huot (1) il serait recouvert par la meulière, aux environs de Rambouillet, de Dampierre, et de Maulle. Entre Rambouillet et Saint-Arnoult, il est généralement marneux, peu solide, blanchâtre, et renferme des silex calcédonieux et beaucoup de Lymnées, de Planorbes et de graines de *Chara*. Partout cette assise repose sur les sables du groupe suivant. M. de Sénarmont (2) lui assigne une épaisseur de 25 mètres au sud de Saint-Arnould et de Dourdan. A l'O., par suite de leur amincissement, on ne peut guère tracer la limite de la meulière ni du calcaire lacustre sous-jacent. Ce dernier, fort peu épais au-dessus de Rambouillet, manque dans la vallée de l'Ivette, et plus au N. où les meulières avec les argiles subsistent seules. Il existe néanmoins (p. 198) sous ces mêmes meulières dans presque toute l'étendue de la plaine de Trappes, de Guyencourt et de la Gâtine, au sud-ouest de Versailles.

M. de Sénarmont a fait remarquer (p. 72) que la meulière supérieure, contrairement à la disposition générale des couches tertiaires, finissait vers le S., bien avant le calcaire d'eau douce qu'elle recouvre, et qu'elle le dépassait au contraire de beaucoup vers le N., ce qui établirait une discordance suffisante pour autoriser la séparation de ces deux dépôts lacustres. Mais nous ne savons pas bien encore où ni comment la superposition a lieu vers le N., et si les calcaires siliceux à coquilles lacustres des collines de Montgé, de Dammartin, de la forêt de Villers-Cotterets, du tertre de Flagny, etc., ne représenteraient pas les calcaires marneux du sud. Il y aurait alors une sorte de symétrie dans la relation des deux dépôts. L'hypothèse de l'auteur aurait aussi pour conséquence de mettre en parallèle les calcaires à Hélices du sud avec les argiles et meulières du centre du bassin, par suite de leur superposition à la même assise de marnes ou de calcaire d'eau douce. Mais nous verrons que,

(1) *Notice géologique sur la vallée de la Remarde.* (*Mém. de la Soc. des sc. nat. de Seine-et-Oise*, 1836.)

(2) *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, p. 138, in-8. Paris, 1844. — Carte et coupes sur feuilles séparées.

d'après M. C. Prévost, l'assise des argiles et meulières est représentée dans cette direction beaucoup plus loin que ne le pense M. de Sénarmont.

En s'avançant au S., le calcaire lacustre augmente rapidement d'épaisseur et les sables qu'il surmonte s'amincissent dans la même proportion (1). A l'ouest de la Ferté-Aleps, entre Villiers et Boissy-le-Cut, sur la droite de la route d'Étampes, les sables et les grès supérieurs cessent tout à coup et sont remplacés par des couches dépendantes du calcaire lacustre supérieur qui atteint ainsi le niveau même des grès, tandis que le plateau du bord méridional de la vallée est toujours formé par ces derniers. Au-delà de Boissy, la vallée se rétrécit, les sables se relèvent, la superposition des dépôts lacustres se voit vers le tiers supérieur de la colline, et à peu de distance les sables reprennent le niveau qu'ils avaient auparavant. On voit qu'ici les calcaires marneux se sont déposés dans une dépression accidentelle des sables, circonstance que nous retrouverons fréquemment dans les groupes suivants.

Au sud de la ligne dont nous avons parlé, les sables et les grès ne se montrent plus que sur les bords des vallées de l'Orvanne, du Lunain, du Loing, de l'Essonne, de la Juine, de l'Orge, de la Remarde et de l'Ivette. Les plateaux qui les séparent sont occupés par le calcaire lacustre supérieur, qui vers l'O. s'étend par Rambouillet jusqu'à la pointe nord-ouest de la forêt des Quatre-Piliers, forme le plateau de Nauphle-le-Château, et, après avoir bordé l'espèce de golfe où se trouve Versailles, se dirige de nouveau au N.-O. par les forêts de Marly et des Alluets, pour venir se terminer en une sorte de cap avancé dominant la rive gauche de la Seine en face de Meulan (2).

Les fossiles les plus caractéristiques de cet étage du calcaire lacustre supérieur sont : *Chara medicaginula*, Ad. Brong.; *Lymnæa cylindrica*, Brard; *L. fabula*, Al. Brong.; *L. symetrica*, Brard; *Planorbis Prevotinus*, Al. Brong.; *Paludina pygmæa*, Desh.; *Cerithium Lamarckii*, id.

M. de Roys (3), dont les recherches assidues ont beaucoup contribué à faire connaître la partie méridionale du bassin de la Seine,

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 214. 1839.

(2) V. Raulin, *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien*. 1843.

(3) *Note sur les terrains de la partie sud-est du bassin de Paris.* (*Bull.*, vol. IX, p. 39. 1837.)

a désigné cet étage sous le nom de *travertin* n° 3, et il a remarqué que sa partie supérieure était formée de rognons aplatis qui se prolongeaient sous le plateau qui s'étend à l'O., de la vallée du Loing aux buttes de Fromont et de Bromeilles. On remarque fréquemment dans la roche des portions bitumineuses, et au-dessus règne une assise de marnes vertes et jaunes regardées par M. C. Prévost (1) comme le prolongement des argiles avec meulières du centre du bassin.

Ces marnes sont surmontées à leur tour par les *calcaires à Hélices*, dernier dépôt en couches régulières du bassin de la Seine et qui se lie d'une manière plus ou moins continue avec les couches de même origine que l'on retrouve dans l'ouest, le centre et le sud de la France. Nous conservons le nom de calcaire à Hélices que M. C. Prévost a donné à cet étage, parce que les coquilles de ce genre y sont en effet répandues avec une extrême profusion sur quelques points (Pithiviers, Pontournois, Orléans), et que, déjà très rares dans l'étage précédent, il faut descendre ensuite jusqu'aux premiers sédiments tertiaires du bassin de la Seine pour retrouver leurs congénères.

Les buttes de Fromont, de Rumond, de Bromeilles, etc., qui appartiennent à cet étage, sont composées de calcaires marneux peu différents des précédents; mais au sud de Pithiviers, sur les bords de l'Essonne, on remarque une série de strates dont quelques uns d'une teinte gris-verdâtre sont parfaitement pisolithiques, oolithiques et semblables au dépôt de Chaptuzat, près d'Aigueperse (Puy-de-Dôme) (2). Une infiltration spathique a donné par place plus de solidité à la roche. Ces couches sont principalement caractérisées par les *Helix* [illegible], Al. Brong.; *H. Tristani*, id. (3); *H. Lemani*, id.; et un Planorbe voisin du *P.* [illegible], Lam.

[illegible]

Le groupe du calcaire lacustre supérieur occupe tout le plateau qui, entre Chartres et le canal de Briare, forme la séparation des bassins hydrographiques de la Seine et de la Loire. Il est recouvert par un dépôt de sable et de gravier peu épais, que nous avons dû rapporter au groupe des faluns à cause des espèces de mammifères

(1) [illegible] vol. VIII, p. [illegible] et pl. VII, fig. 2, 1837.

(2) [illegible] vol. X, p. [illegible] 1839.

(3) M. [illegible] de ces [illegible] nom [illegible] 1844 Mol-[illegible]



qui y ont été rencontrées sur plusieurs points. Dans la vallée de la Loire, au-dessus et au-dessous d'Orléans, on n'aperçoit plus les divisions que nous avons signalées au N., et, dans l'espace compris entre le fleuve, la Sauldre et ses affluents, les calcaires et les marnes lacustres sont presque constamment masqués par les sables et les argiles sableuses de l'âge des faluns.

Un puits foré par M. Degousée (1), sur la place Dauphine à Orléans, et dont l'orifice était à 7^m,66 au-dessus de la Loire, a été poussé jusqu'à 85^m,79. On a traversé 8^m,66 d'alluvions et de cailloux roulés, dix-neuf alternances de marnes à silex, de calcaire lacustre siliceux et de marnes argileuses, d'une épaisseur totale de 57^m,52 et 19^m,61 de calcaire et de silex rapportés à la craie. La rupture répétée de la sonde a fait abandonner le travail.

Au sud d'Orléans, les travaux du chemin de fer ont permis de reconnaître qu'au-dessous d'une assise assez puissante de marnes et de calcaire lacustre, il y avait des cavités considérables, communiquant souvent entre elles et parcourues par des courants dérivés de la Loire ou du Loiret, circonstances que M. Dufrénoy a étudiées d'une manière toute spéciale (2). Dans deux forages exécutés à Sennely, canton de la Ferté-Saint-Aubin, sur la limite méridionnale du département du Loiret, on a rencontré, à 56^m,37 et 49^m,19, une marne alternant avec des lits de calcaire dur et siliceux, qui ont été percés sur 11 et 12 mètres de hauteur, mais qui n'ont pas été dépassés, dans l'un des puits à 67^m,85 et dans l'autre à 61^m,66. Avant d'atteindre ces couches qui semblent appartenir au calcaire lacustre supérieur, on avait traversé des sables et des argiles diversement colorés et représentant sans doute le niveau des faluns (3).

M. J.-M. Fabre (4) a signalé les calcaires lacustres exploités à Boulleret et Châtillon-sur-Loire, puis à Mehun entre Bourges et Vierzon, et sur un grand nombre d'autres points du département du

(1) Les détails de forages que nous rapportons ont été pris dans un magnifique recueil manuscrit que M. Degousée a bien voulu nous confier, et nous y avons ajouté, lorsqu'il y avait lieu, l'indication de l'ouvrage publié depuis par cet habile et savant ingénieur (*Guide du sondeur*, p. 207 et pl. 31. In-8, avec atlas. Paris, 1847).

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 772. 1847.

(3) Le Châtelier (*Bull. de la Soc. d'encouragement*, avril 1845, p. 153). — Lockhart (*antè*, p. 516).

(4) *Mémoire pour servir à la statistique du département du Cher*, p. 114 et 151, in-8, avec carte. Bourges, 1838.

Cher. Nous avons mentionné nous-même (1), au sud de Cosne, des calcaires lacustres blancs, marneux, friables, recouvrant les couches crétacées inférieures, et en face, sur la rive gauche de la Loire, d'autres calcaires d'eau douce très différents, situés à un niveau plus bas et remplis de Lymnées. Ces derniers ont la plus grande analogie avec les calcaires de Château-Landon, de même que les poudingues qui les accompagnent semblent être identiques avec ceux des bords du Loing.

M. V. Raulin (2) a décrit les bassins isolés de Châtillon-sur-Loire, celui que nous venons d'indiquer et celui de Mehun. Le premier s'étend le long de la rive gauche du fleuve, de Saint-Firmin à Beaulieu, sur une longueur de 10 kilomètres et avec une épaisseur connue de 30 mètres. Il est composé de calcaires compactes, brunâtres, avec Lymnées. Quelquefois il est tendre, pisolithique, blanchâtre ou jaunâtre. Ces couches se montrent sur la rive droite entre Ousson et Neuvy, et, à l'est de Bonny, il n'y a plus que des marnes blanches et vertes. Le second lambeau s'étend sur 6 kilomètres de long entre Boulleret et Bannay, et le troisième, celui de Mehun-sur-Yève, se prolonge au S., comme on le voit sur la carte de M. Fabre et sur celle de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Autour du bourg, la roche est un calcaire compacte, blanchâtre, et dont les cavités, lorsqu'il est celluleux, sont tapissées de carbonate de chaux. Vers le haut, on observe de véritables meulières bleuâtres ou brunâtres constituant parfois des masses siliceuses considérables, à la surface même du sol.

Les dépôts de Châtillon et de la rive gauche en face de Cosne reposent sur les conglomérats et les poudingues incohérents sablonneux; celui de Mehun sur le groupe jurassique supérieur et sur le grès vert. Le premier atteint 222 mètres d'altitude au nord-est de Bonny, le second 180 mètres à Bannay, et le troisième 140 mètres seulement au nord d'Allouis, mais il se relève vers le sud. M. Raulin rapporte encore à cette période le minerai de fer du bois Gérisse, entre Mehun et Bourges, situé à 155 mètres de hauteur absolue. Il nous paraît douteux que le relèvement des collines du Sancerrois soit postérieur à ces diverses couches lacustres, puisqu'elles

---

(1) D'Archiac (*Mém. de la Soc. géologique de France*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 12 et 15. 1846).

(2) *Mémoire sur la constitution géognostique du Sancerrois*. (*Ib.*, p. 227, 236 et 238. 1847.)

n'en ont été affectées sur aucun point, tandis que les poudingues que nous étudierons tout à l'heure, et auxquels l'auteur les réunit, ont été soulevés de manière à présenter aujourd'hui des lambeaux isolés qui couronnent les points culminants de l'axe du mouvement.

Aux environs d'Argenton (Indre), au lieu dit *les Prunes*, M. Lockhart (1) a signalé, dans une marne d'eau douce peu épaisse et reposant sur le calcaire jurassique, cinq espèces de *Lophiodon*, deux espèces d'*Anthracotherium*, un *Anoplotherium*, un Crocodile, des *Emys* et des coquilles lacustres. M. Duvernoy (2) a fait connaître un *Lophiodon* provenant aussi de cette localité, et une mâchoire de ruminant (Girafe), trouvée dans un puits à Issoudun, et par conséquent dans un gisement encore douteux.

Les couches lacustres sur lesquelles reposent les faluns au sud de Blois ont été percées par des Pétricoles, dont les coquilles sont encore dans les trous, et M. F. Dujardin (3) décrit le groupe qui nous occupe comme présentant trois roches assez distinctes dans la Touraine, où elles recouvrent les poudingues incohérents, continuation de ceux du Berry. La première ou la plus étendue est un calcaire compacte ou marneux, la seconde un silex compacte ou carié et calcédonieux, la troisième une argile verte. L'épaisseur du groupe varie de [illegible] à 15 mètres. Il s'étend sur les plateaux les plus élevés, et sa superposition aux poudingues s'observe sur les pentes de tous les coteaux. L'auteur [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

de la Loire, entre Gennes et Saumur (Maine-et-Loire), de même qu'entre cette ville et Fontevrault. Il occupe, dit M. Le Châtelier (1), le grand plateau qui s'étend des environs de Baugé aux limites des départements de la Sarthe et de Loir-et-Cher, puis couronne quelques mamelons entre Angers, Beaufort et Baugé. Il est composé de marnes blanches, de calcaires blanchâtres, souvent caverneux, renfermant quelquefois des rognons siliceux et des silex jaspoïdes. Les coquilles lacustres se trouvent dans ces diverses roches, et des blocs de silex épars à la surface du sol, derniers témoins des couches détruites à plusieurs reprises par les courants qui ont ravagé le pays, représentent fréquemment tout le groupe à eux seuls.

Des dépôts lacustres du même âge, mais très restreints, paraissent exister sur quelques points du département de la Sarthe, et M. Blavier (2) indique dans celui de la Mayenne des calcaires, des marnes, des argiles, des silex meulières et des rognons de manganèse hydroxydé. On les trouve seulement à la surface du granite, à Marcillé et dans d'autres localités. Les rognons de manganèse, plus ou moins volumineux, sont disséminés dans une argile verdâtre et au contact du granite. Ces diverses assises, qui renferment des Lymnées, sont d'ailleurs peu développées. Les dépôts argileux, sableux et les conglomérats si répandus dans toute cette partie de la France, paraissent être du même âge que les grès dont nous parlerons dans la section suivante. Nous ne savons pas si c'est à ce groupe ou au cinquième que doivent être rapportées les couches lacustres décrites par M. de Caumont (3) à Saint-Sauveur, Crosville (Manche) et sur d'autres points aux environs.

§ 3. — IV[e] GROUPE. — **Grès et sables supérieurs.**

1[er] Étage : grès de Fontainebleau.
2[e] — : sables et bancs de coquilles.
3[e] — : marnes marines.

Si l'on regarde avec nous (*antè*, p. 151) comme quaternaire le *limon argilo-sableux* ou *alluvion ancienne* qui recouvre les pla-

(1) *Statistique du département de Maine-et-Loire*, 1[re] partie, p. 178. 1842. — De Montmarin, Le Châtelier et Cacarié, *Carte géologique* du même département. 1846.

(2) *Essai d'une statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne.*

(3) *Mémoire sur la distribution géographique des roches dans le*

teaux lacustres compris entre la Seine et la Marne, depuis Montereau jusqu'à la vallée supérieure de l'Ourcq, et plus au N. et au N.-O. le calcaire grossier et enfin la craie, au lieu de mettre ce dépôt au N.-O. en parallèle avec les grès et sables supérieurs (1), ou bien à l'E. sur l'horizon de ces mêmes grès de Fontainebleau, tandis qu'au N. et au N.-O. il représenterait tantôt les sables moyens, tantôt les sables inférieurs (2); si en outre on restreint l'expression de *grès et sables supérieurs* au sens que lui ont attribué les auteurs de la *Description géologique des environs de Paris*, on verra que, même en y comprenant les marnes marines avec Huîtres, etc., marnes que ces illustres savants réunissaient à leur *formation du gypse*, le système de couches qui constitue le quatrième groupe affecte une disposition générale tout à fait comparable à celle du troisième dont nous venons de nous occuper. Vers l'O. et le S. nous éprouverons aussi quelques difficultés à établir le synchronisme des dépôts avec ceux du bassin de la Seine, par le manque de coupes bien suivies à travers le plateau qui sépare ce bassin de celui de la Loire.

Bassin de la Seine.

Le quatrième groupe est d'origine marine et composé de trois étages plus ou moins distincts et plus ou moins développés (3). Le plus inférieur, celui des marnes avec Huîtres et d'autres coquilles, a été longtemps réuni au groupe lacustre suivant, mais par les caractères de ses fossiles il semble beaucoup mieux placé dans celui-ci, comme l'a proposé M. de Roys (4). L'ancienne classification était d'ailleurs justifiée par cette circonstance que la présence des bancs d'Huîtres au-dessus des marnes jaunes marines avait été constatée dans toutes les collines gypseuses, tandis qu'au N. et surtout au S., ces bancs n'avaient point été signalés comme indépendants des marnes du gypse, ainsi qu'on l'a démontré depuis. La disposition géographique des marnes marines est d'ailleurs parfaitement

---

département de la Manche. (*Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*, vol. V, p. 277.)

(1) Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Carte géologique de la France.* 1841.

(2) V. Raulin, *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien.* 1843. — *Géologie de la France*, dans l'ouvrage intitulé *Patria*. pl. C. Paris, 1844. — M. Raulin a d'ailleurs exprimé toute son incertitude sur ces derniers rapprochements dans la Note qu'il a publiée à ce sujet. (*Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 70. 1843.)

(3) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 210. 1839.

(4) *Ibid.*, vol. VIII, p. 165 et 265. 1837.

en rapport avec la stratification générale des couches tertiaires du N. au S., et elles se prolongent très loin dans cette dernière direction, accompagnant les sables et les grès supérieurs jusqu'autour de Château-Landon, tandis qu'à 10 lieues au nord, à l'est et à l'ouest de Paris, elles ne se montrent plus sous les derniers lambeaux de ces mêmes sables (1). Les *Ostrea longirostris*, Lam., *callifera*, id., et *cyathula*, id., ainsi que la *Natica crassatina*, Desh., caractérisent particulièrement leur horizon.

Dans la partie nord-est du bassin, les sables supérieurs ne dépassent point la limite du calcaire lacustre qui les recouvre. Ils forment quelques lambeaux isolés, très éloignés les uns des autres, à Doue, sur la rive gauche du Petit-Morin ; sur la rive droite à Flagny, et au bois du Tartre, entre la Ferté-sous-Jouarre et Montmirail; puis à Ronchères et à la ferme de Reddy, sur les limites du département de la Marne. Dans la forêt de Villers-Cotterets, ils suivent la crête culminante dirigée E., O., et renferment quelques grès ferrugineux. Leur épaisseur est de 12 à 13 mètres. On n'y trouve pas de fossiles, et leur altitude qui, au tertre de Flagny, était de 205 mètres, est de 255 à la croix de Bellevue, leur point le plus élevé. Il est probable qu'ils occupaient en outre une certaine partie des plateaux situés entre les vallées de l'Aisne et du Petit-Morin, et que, détruits lors du cataclysme qui déposa l'alluvion ancienne, les grains de fer hydraté qu'ils contenaient ont été mêlés à ce dernier dépôt, où ils sont en effet fort abondants (2).

Plus au S. les sables supérieurs constituent une partie des collines gypseuses de Pringy, Plessis-l'Evêque, Guisy, Montgé, Dammartin, Montcrépin, Montmélian, et le sommet des buttes de Saint-Christophe et du Mont-Pagnotte, dans la forêt de Halatte. En s'avançant vers l'O., on trouve la colline de Neuville-Bosc, formée par ces sables qui y sont très épais, puis celle de Sérans, et enfin le cône isolé de Montjavoult, où leur altitude est encore de 207 mètres (3). Dans plusieurs de ces monticules (Montmélian, Saint-Christo-

(1) D'après M. de Sénarmont, les marnes marines ne dépassent point, vers l'O., les environs de Montfort-l'Amaury. (*Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, p. 179, in-8. Paris, 1844.)

(2) D'Archiac (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 199. 1843).

(3) Graves, *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 515, 517, in-8. Beauvais, 1847.

phe (1), le Mont-Pagnotte), on trouve, à la partie inférieure de la masse de sable, des marnes argileuses et sableuses, jaunâtres, verdâtres, mélangées de blanc et de gris, remplies de coquilles appartenant à un petit nombre d'espèces, mais dont les individus sont très nombreux (*Cyclostoma plicata*, d'Arch. et de Vern.; *Natica Sowerbyi*, Nyst; *Cytherea incrassata*, Desh.; *Cyrena semistriata*, id.; *Cerithium* voisin du *C. Galeotti*, Nyst; *Cerithium* voisin du *C. subpunctatum*, Desh.).

Ainsi de Ronchères, situé à l'est de Fère en Tardenais, jusqu'à Montjavoult, suivant une ligne E., O. de 35 lieues de longueur, le groupe des sables supérieurs ne constitue encore que le sommet d'éminences coniques ou allongées de l'O. 20 à 25° N. à l'E. 20 à 25° S. Son épaisseur ne dépasse pas 15 mètres; il ne présente point de bancs de grès suivis vers le haut, et à sa base les bancs d'Huîtres manquent encore. Ce n'est que sur un petit nombre de points, situés à peu près vers le milieu de la série de collines dont on vient de parler, que des coquilles, qui semblent plutôt avoir vécu dans une eau saumâtre que dans la mer, se montrent enveloppées dans des argiles sableuses immédiatement au contact du groupe lacustre sous-jacent. Cependant à la butte de Montmélian, M. Graves (2) cite, comme appartenant à l'étage du gypse et succédant aux sables supérieurs, cinq couches de glaise, d'argile et de marne verte qui renferment, la première l'*Ostrea callifera*, Lam., et la plus basse l'*O. cyathula*, id.; or, nous sommes porté à placer ces couches à la base du quatrième groupe, de même que celles qui, plus à l'O., sont citées avec l'*Ostrea callifera* au hameau de Goupillon, près de Chavençon, et à la Molière de Sérans.

Autour de la capitale et au sud de la vallée de la Seine, les sables supérieurs ont été depuis longtemps décrits avec soin, et les *coupes géologiques et topographiques des environs de Paris* de MM. Le Blanc et Raulin, ainsi que les travaux de M. de Sénarmont, sont venus compléter par leur précision ce que les observations antérieures laissaient encore à désirer. Dans la tranchée du chemin de fer, entre Sèvres et Ville-d'Avray, M. de Roys (3) a signalé, au-dessous des

---

(1) D'Archiac et de Verneuil. (*Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 335. 1845.) C'est plus récemment que M. de Verneuil a découvert ce banc de coquilles au Mont-Pagnotte.

(2) *Loc. cit.*, p. 506.

(3) *Bull.*, vol. IX, p. 280. 1838.

sables, les marnes à grandes Huîtres, un banc marneux avec des rognons calcaires et de petites Paludines comme à Montmartre, un calcaire rempli de Milliolites et de moules de coquilles marines, qui représenterait la couche signalée à Nauphle par J.-J. Huot, et celles de Larchant, de Buteau, etc. ; enfin les marnes à petites Huîtres reposant sur les marnes lacustres supérieures au gypse.

Les sables se prolongent au S. sous les plateaux découpés formés par la meulière et viennent affleurer le long des vallées de la Bièvre, de l'Ivette, de la Remarde et de l'Orge, ainsi qu'autour de la Ferté-Aleps, d'Étampes, de Rochefort, de Nemours, etc. A la partie médio-inférieure de la masse sableuse, et quelquefois à sa base, se présente un banc de coquilles que l'on a souvent confondu avec les marnes marines placées dessous, quoiqu'il en ait été séparé par M. C. Prévost (1). A la descente de Longjumeau, il repose presque immédiatement sur ces mêmes marnes avec Huîtres (*Ostrea lingulata*, Lam. *non* Desh., et *O. longirostris*, Lam.). On le trouve également à Montmorency, dans le parc de Versailles, à Pontchartrain, à Orsay, et il correspond au banc supérieur de Montmartre, de Ménilmontant, d'Orgemont près Sannois, etc. ; et plus au N. au niveau des coquilles d'eau saumâtre de Montmélian, de Saint-Christophe et du Mont-Pagnotte. En s'étendant vers le S. le banc de coquilles paraît se relever un peu dans la masse des sables. Ainsi, à une demi-lieue d'Étampes, son épaisseur est de plusieurs mètres, et on peut le suivre sur les rives de la Juine en remontant jusqu'au village d'Abbeville, où les sables disparaissent sous le calcaire lacustre. Il affleure probablement sur quelques points de la vallée de l'Essonne, au-dessous de Malesherbes, et reparaît avec de nombreux fossiles à la descente d'Ormesson, une demi-lieue à l'ouest de Nemours. Il y est caractérisé par la *Corbula striata*, Lam., var. *b; Lucina saxorum*, Lam., var. *minor; Cythera incrassata*, Desh.; *Trochus cyclostoma*, id.; *Cerithium trochleare*, Lam. ; *C. plicatum*, id., var. *c* (2). Les forages d'Étampes et de Mondeville ont fait connaître à la base des sables supérieurs un banc de calcaire marin de 1 mètre à 1^{m},50 d'épaisseur, représentant encore les premiers sédiments qui ont succédé au calcaire lacustre moyen (3).

---

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 288, pl. VII, fig. 2. 1837.

(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 211, 1839.

(3) De Sénarmont, *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, p. 125, in-8. Paris, 1844.

M. de Roys (1) pense que sur les limites du bassin, à Lorrez, au Boulay, à Buteau et sur d'autres points, les coquilles précédentes ne forment pas un lit distinct, mais qu'elles sont disséminées dans toute la masse qui, d'ailleurs, n'a plus que 6 à 8 mètres d'épaisseur. Le même géologue a signalé à la partie inférieure des grès, mais au-dessus du calcaire marin dont nous parlerons tout à l'heure, une couche d'eau douce assez mince avec Lymnées, Planorbes et Paludines. Cette particularité, observée au nord de Lorrez-le-Bocage, paraît avoir été aussi retrouvée ailleurs (2). M. de Sénarmont (3) a également remarqué que, dans sa partie méridionale, le quatrième groupe commençait presque toujours par des couches calcaires. A Étampes, les sables et les grès ont une épaisseur de 35 mètres, et à Mondeville ils en ont 70. Vers leur partie supérieure, à Étréchy, Étampes, la Ferté-Aleps et dans les vallées de la Juine, de l'Alouette, etc., on trouve des marnes sableuses avec des coquilles d'eau douce, et il en est de même aux environs de Rambouillet (p. 157). A Épernon les sables reposent directement sur la craie, et ils sont recouverts par le calcaire lacustre que surmontent les argiles avec meulières. Les sables se continuent ainsi sur la craie jusqu'à Dreux. Autour de Versailles, les couches marneuses coquillières se montrent partout à la partie inférieure. Ce groupe, qui a sa limite occidentale près de Chaufour, sur la route de Mantes à Pacy-sur-Eure, porte encore sur la rive gauche de l'Oise, les forêts de l'Isle-Adam, de Cornelle, et les villages de Mareil, de Châtenai, etc. (p. 236).

Les grès supérieurs couronnent la masse des sables dans les parties centrale et méridionale du bassin, mais non dans sa partie septentrionale, probablement à cause du peu d'épaisseur du groupe, comparée à celle qu'il atteint entre Nemours et Versailles. Lorsque les grès ne sont pas recouverts par le calcaire lacustre qui semble les avoir protégés contre les actions dénudantes, ils présentent cette disposition ruiniforme si pittoresque qui caractérise les environs de Fontainebleau, de Nemours, de Malesherbes, de Milly, de la Ferté-Aleps, etc.

Environs de Chateau-Landc

Après avoir esquissé les caractères généraux du quatrième groupe, nous passerons à l'examen de quelques localités dont on s'est plus particulièrement occupé. La question, si longtemps et si vivement

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 37. 1837.
(2) *Ibid.*, vol. XI, p. 274. 1840.
(3) *Loc. cit.*, p. 123.

controversée de l'âge du calcaire lacustre exploité dans les grandes carrières de Château-Landon, tenait non pas tant à la position du calcaire lui-même qu'à l'absence, à une certaine distance aux environs, de couches dont les rapports géologiques fussent bien déterminés, et surtout à l'absence présumée des grès et sables supérieurs de Fontainebleau.

Jusqu'à Nemours, en effet, les calcaires lacustres du troisième et du cinquième groupe étant constamment séparés par les sables et les grès marins du quatrième, il n'était pas possible de les confondre. Mais au sud de cette ville les sables et les grès disparaissant, tant dans la vallée du Loing que dans les vallons qui y débouchent, les calcaires du troisième et du cinquième groupe semblaient se juxtaposer, et il était permis de regarder le plateau de Château-Landon, situé à deux lieues au S., comme entièrement formé par le calcaire lacustre supérieur. Ce qui paraissait appuyer cette manière de voir, c'est qu'en arrivant de Malesherbes, par exemple, ou du N.-O., on atteignait le plateau après avoir traversé les sables et les grès supérieurs qui affleurent sur les bords de l'Essonne, et qu'en redescendant à l'est de Château-Landon, dans la vallée du Loing, on n'apercevait plus les sables et les grès précédents. On voyait, au-dessous du calcaire exploité que l'on pouvait croire être le prolongement de celui de l'E., une masse de poudingues incohérents paraissant à son tour représenter les sables et les grès de la vallée de l'Essonne, bien qu'elle reposât sur la craie.

Cependant si l'on remontait la vallée du Loing, de Nemours à Château-Landon, il n'était plus possible de s'arrêter à cette opinion, parce qu'on trouvait la masse des poudingues sous le cinquième groupe recouvert à son tour par les sables et grès de Fontainebleau, et que le poudingue se suit constamment le long de la rivière, toujours couronné par le calcaire lacustre moyen. Une autre objection s'élevait alors relativement au calcaire lacustre supérieur. Que devenait-il dans cet intervalle? Était-il immédiatement superposé et soudé en quelque sorte au précédent, ou disparaissait-il complétement avant d'atteindre Château-Landon, ou bien encore, ce qui était possible, se substituait-il au précédent, de manière à former seul le plateau qui entoure la ville ?

On conçoit, d'après cet exposé, que si l'on parvenait une fois à découvrir des traces incontestables du prolongement des sables et grès supérieurs sous le plateau qui borde le Loing, depuis le vallon de Fay, où ils disparaissent jusqu'à Château-Landon, la

question serait décidée par la position même de ces traces, relativement au calcaire en discussion, et c'est en effet ainsi qu'elle fut résolue.

M. Héricart-Ferrant (1) signala le premier des coquilles marines presqu'à la surface du sol, quoiqu'en place, entre la carrière principale et la route de Château-Landon, en haut du vallon qui conduit à l'ancienne abbaye de Saint-Séverin. Néanmoins, cette observation était insuffisante, et les recherches faites en descendant la vallée, vers Nemours, n'amenèrent aucun autre résultat. Mais autour du bassin naturel où se perdent les eaux des marais de Larchant placés au milieu des sables, le même observateur découvrit un calcaire avec des coquilles marines semblables aux précédentes, et il soupçonna que dans les deux localités elles devaient appartenir à la partie inférieure du quatrième groupe. M. La Joye (2) indiqua en même temps des Huîtres (*O. cyathula*, Lam., et *linguatula*, id.) (3), avec des moules de grosses Natices, à Lorrez-le-Bocage, entre Montereau et Château-Landon; puis, comparant les coupes qu'il avait prises à Provins, Montereau et Nemours, il conclut qu'il existait, à la base des sables de Fontainebleau, des lits de marne verte avec Huîtres et des calcaires marneux jaunâtres avec coquilles marines.

De son côté, J.-J. Huot (4) avait recueilli à Buteau, à l'ouest de Château-Landon, l'*Ostrea cyathula* et d'autres fossiles, dans un sable recouvert par un calcaire lacustre semblable à celui des grandes carrières, et M. C. Prévost (5) ayant comparé le gisement de coquilles découvert par M. H. Ferrand au calcaire marin de Provins rapporté aux marnes supérieures du gypse ou à la base de notre quatrième groupe, en déduisait que le calcaire de Château-Landon, physiquement et géologiquement inférieur à cet horizon, appartenait au cinquième groupe et non au troisième, contraire-

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 90. 1834.

(2) *Ibid.*, p. 93.

(3) L'*Ostrea linguatula*, Lam., et non *lingulata*, paraît être la même que l'*O. cyathula* du même auteur, figurée par M. Deshayes, pl. LIV et LXI, tandis que l'*O. lingulata*, Desh., pl. LIX, fig. 13 et 14, est une coquille tout à fait distincte et dont le gisement est aussi différent.

(4) *Bull.*, vol. VI, p. 94.

(5) *Ibid.*, p. 114 et 292. 1835. — *Ibid.*, vol. VIII, p. 266. 1837. — *Compt. rend.*, vol. IV, p. 794. 1837.

ment à l'opinion émise par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont (1) d'après des considérations d'un autre ordre. L'année suivante nous rencontrâmes, entre Bouligny et Maisoncelles, à une lieue et demie au nord-ouest de Château-Landon, un dépôt de sable siliceux blanc, reposant sur le calcaire lacustre et recouvert par un calcaire blanc, tendre, rempli de moules et d'empreintes de coquilles marines (*Cerithium*, *Natica crassatina*, Desh., *Ostrea cyathula*, Lam., et *cymbula*, id.) (2). Ce gisement se rattachait évidemment aux précédents. Au sud-ouest de Saint-Ange, entre l'Orvanne et le Lunain, affluents de la rive droite du Loing, M. de Roys (3) reconnut, dans les rognons calcaires d'une assise de marne jaunâtre, des fossiles identiques avec ceux que nous venons de mentionner, et marquant la base du quatrième groupe, comme les couches argileuses et calcaires avec Huîtres, au-dessus du gypse de Montmartre, de Montmorency, de Lonjumeau, etc.; aussi établit-il: 1° que le calcaire exploité dans les carrières de Château-Landon était celui du cinquième groupe, ou calcaire lacustre moyen recouvert par le calcaire lacustre supérieur réduit à quelques plaques minces; 2° que la superposition immédiate des deux groupes résultait de l'oblitération dans cette direction, ou vers les bords du Loing, du grès de Fontainebleau, d'ailleurs bien caractérisé à Buteau; 3° que le calcaire lacustre supérieur s'amincissait également en allant de l'E. à l'O. (4).

Ces conclusions furent confirmées une première fois par M. V. Raulin (5), puis par M. C. Prévost (6). Ce dernier donna une coupe du puits de Bouligny, dans lequel, après avoir traversé 4 mètres de calcaire lacustre supérieur, 14 mètres de sables et de grès de Fontainebleau, on atteignit un calcaire blanc, sablonneux, cristallin, qui représentait les couches marines de la base du quatrième groupe et reposait sur un calcaire lacustre semblable à celui de Château-Landon. Enfin, en 1841, M. Raulin (7) fit connaître la coupe d'une carrière située à un kilomètre au nord-est de cette ville, et où l'on voyait sur

---

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 93, 94. 1834. — *Ibid.*, vol. VIII, p. 170 et 267. — *Compt. rend.*, vol. V, p. 8. 1837.
(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. VII, p. 33. 1835.
(3) *Bull.*, vol. VIII, p. 160, 1837.
(4) *Bull.*, vol. VIII, p. 265, 1837. — *Comp. rend.*, vol. V, p. 77, 1837.
(5) *Ibid.*, vol. IX, p. 283, 1838.
(6) *Ibid.*, p. 328, 1838.
(7) *Ibid.*, vol., XII, p. 364, 1841.

une longueur de plus de 100 mètres et immédiatement au-dessous du limon de la plaine : 1° un banc de calcaire marin sableux avec Cérites, Natices, Arches, etc., représentant celui de Larchant et de d'Huison, près la Ferté-Aleps ; 2° un calcaire friable, blanc, pulvérulent, avec des nodules endurcis ; 3° une marne sableuse jaune-verdâtre, puis au-dessous, la série des calcaires lacustres compactes exploités. Ainsi se trouva vérifiée l'opinion émise avec autant de réserve que de sagacité vingt ans auparavant, par Alex. Brongniart (1), sur les seuls renseignements que lui avait communiqués M. Berthier.

Relativement au groupe des sables supérieurs, ces détails font voir en outre que son ancien rivage ne devait pas être fort éloigné dans cette direction, et que s'il s'est prolongé de manière que les dépôts situés au-delà de la Loire et à l'ouest dans la Touraine, l'Anjou, le Maine et le Perche, soient réellement synchroniques, il est peu probable que la jonction ait été immédiate et se soit faite dans toute l'étendue du plateau qui, entre Chartres et Briare, sépare le bassin de la Seine de celui de la Loire.

Département de l'Aube.

A l'est du point dont nous venons de nous occuper, entre la vallée du Loing et celle de la Seine jusqu'aux environs de Troyes, M. Raulin a représenté sur sa carte (2), avec la teinte employée pour le groupe des sables inférieurs au calcaire grossier, les diverses couches meubles qui recouvrent la craie dans cette direction, tandis qu'à l'exception des poudingues et du calcaire lacustre moyen, les auteurs de la carte géologique de France les ont rapportées à la formation tertiaire moyenne. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet, mais nous devons dire dès à présent que M. Leymerie (3) n'a point tout à fait adopté ces rapprochements dans le département de l'Aube où il a d'abord réuni au grès de Fontainebleau une masse de sable et de grès, qui forme une arête culminante à l'ouest de Courtion, et dont l'altitude est de 196 mètres. Sur la carte jointe au mémoire qu'il a publié en 1841, on remarque, à l'ouest de Troyes, une sur-

(1) *Description géologique des environs de Paris*, 3ᵉ éd., p. 503, 1835.

(2) *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien*. Paris, 1843.

(3) *Bull.*, vol. XII, p. 22, 1840. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. IV, pl. 16, 1841. — *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube*, p. 122, in-8 avec atlas et carte. Troyes, 1846.

face considérable occupée par une terre rouge avec silex, rapportée à la formation tertiaire moyenne, comme sur la carte géologique de France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, et sur la carte géologique du département de l'Aube publiée en 1846, la teinte qui recouvre cette même surface est placée dans la légende au-dessous de celle de l'argile plastique, quoique dans son texte l'auteur continue à considérer comme plus récents les sables, les argiles et le limon rouge à silex.

Minéralogie.

Alex. Brongniart (1) a communiqué la découverte faite par M. de Luynes, de deutoxyde de manganèse et d'oxyde de cobalt (0,001), avec des traces de cuivre et d'arsenic, dans les grès supérieurs d'Orsay et de Palaiseau, sur les bords de l'Ivette. Jusqu'alors le cobalt n'avait pas encore été rencontré dans les terrains tertiaire ni secondaire, et son association au manganèse n'était connue que dans les filons de quartz des schistes de Rengersdorf en Lusace. Les globules ferrugineux dont nous avons parlé dans l'alluvion ancienne du plateau de Montmirail à la Ferté-sous-Jouarre, et qui provenaient des sables supérieurs de Tarteret, de Flagny, etc., ont donné aussi à l'analyse sur 1000 parties : 821 de sable siliceux et d'argile, 56 de peroxyde de fer, 45 de peroxyde de manganèse, 67 d'eau, et perte 12. Un échantillon de grès noirâtre que nous recueillîmes dans le même étage sur la crête de la forêt de Villers-Cotterets, à 25 lieues au nord-est des localités précédentes, renfermait également, outre l'oxyde de fer, une très forte portion d'oxyde de manganèse et des traces bien prononcées de cobalt (2). D'après M. C. Prévost (3), les sables et les grès supérieurs des environs de Paris auraient été colorés par ces divers oxydes longtemps après leur formation et à plusieurs reprises.

Partie occidentale du bassin de la Seine.

Dans la partie occidentale du bassin de la Seine, au-delà de la forêt de Rambouillet et de la vallée de l'Eure, la *Carte géologique de la France* (4) et celle du *Plateau tertiaire parisien* (5) représentent la surface de la craie comme étant recouverte par un dépôt plus ou moins puissant d'argile ou de glaise sableuse, jaunâtre, ou bien diversement colorée, enveloppant une immense quantité de

(1) *Compt. rend.*, vol. II, p. 221, 1836.
(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 199, 1843.
(3) *Bull.*, vol. XII, p. 205, 1842.
(4) Dufrénoy et Élie de Beaumont, 1841.
(5) V. Raulin, 1843.

silex de la craie, le plus ordinairement brisés, mais non roulés, et qui serait parallèle aux sables et aux grès de la partie centrale. Nous avons déjà indiqué (*antè*, p. 186) les difficultés qu'il y avait à séparer ces dépôts, d'une part du prolongement des conglomérats ou poudingues incohérents avec sable et grès que l'on voit sortir de dessous le calcaire lacustre supérieur des bords de la Loire, et de l'autre de l'alluvion ancienne qui, dans le nord de la France, recouvre tous les étages tertiaires et les cailloux roulés diluviens.

Plusieurs travaux importants ont été publiés sur la géologie de la Normandie, du Perche et du Maine, mais en réalité la question n'est pas beaucoup plus avancée que lorsque M. J. Desnoyers (1) annonça le résultat sommaire de ses nombreuses recherches qui malheureusement n'ont pas été complétement publiées. Ce savant avait distingué quatre groupes : 1° le groupe des argiles avec silex brisés de la craie, des minerais de fer très abondants et exploités, etc. ; 2° le groupe des sables avec grès ordinaires, lustrés ou ferrugineux, des brèches et des poudingues siliceux (c'est le groupe des grès et sables supérieurs) : ces deux groupes qui occupent la surface de la craie seraient représentés sur les terrains plus anciens de l'ouest par des argiles et des sables avec des débris de roches sous-jacentes ; 3° le groupe des calcaires et des silex évidemment lacustres (c'est celui du calcaire lacustre supérieur) ; 4° enfin un groupe plus problématique formé de couches avec fossiles fluviatiles et marins.

« Du mélange intime et incontestable, du passage de l'un à l'autre » et du remplacement mutuel des trois premiers groupes, et dans » chaque groupe des différents dépôts de ce vaste système, M. Des- » noyers est porté à conclure (p. 417) qu'ils sont tous à peu près » contemporains, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par suite des » circonstances diverses de leur sédimentation, chimique ou méca- » nique, dans les lacs ou sur les cours d'eau, sur des rivages ou » dans des parties plus profondes. Ils semblent avoir constitué une » surface d'abord continentale, puis sous-lacustre et sous-fluviatile. »

Ainsi les quatre groupes établis par l'auteur étaient plutôt géographiques et minéralogiques que stratigraphiques ; mais à ce dernier égard la science a fait depuis un assez grand pas en constatant, au moins dans une partie considérable du bassin de la Loire, que les poudingues, les sables et les grès étaient constamment inférieurs au calcaire lacustre. Partout où les deux groupes existent il n'y a

(1) *Bull.*, vol. II, p. 414, 1832.

donc point d'incertitude, mais il n'en est plus de même dès que le supérieur manque, comme dans la portion occidentale du bassin de la Seine, que nous considérons en ce moment.

M. de Sénarmont (1), qui a désigné sous le nom de *conglomérats de silex ou de meulière* le dépôt dont nous nous occupons, a fait remarquer que tantôt des meulières étaient disséminées dans du sable grossier rougeâtre, et que tantôt elles étaient remplacées par des silex enveloppés aussi dans le sable, ou dans une terre argilo-sableuse, rougeâtre et bigarrée. Ces deux manières d'être du même dépôt se trouvent placées bout à bout, à la même hauteur et dans le prolongement l'une de l'autre; les meulières recouvrant les couches tertiaires, et les silex la craie. Le premier conglomérat se trouve sur la limite occidentale du département de Seine-et-Oise, se continuant à une très faible distance dans celui de l'Eure, tandis que le poudingue à silex occupe presque toute la surface de ce dernier. On voit d'après cela que malgré l'incertitude qui règne encore sur l'âge absolu de ce poudingue, il est, comme le dit le savant ingénieur, non seulement plus récent que les grès supérieurs de Fontainebleau qu'il recouvre sur certains points, mais encore que le calcaire lacustre supérieur lui-même, circonstance qui, en rendant son horizon géologique plus difficile à établir par rapport au bassin de la Loire, ne permettrait pas de continuer à le mettre en parallèle avec le quatrième groupe du centre du bassin de la Seine comme on l'a fait jusqu'à présent.

M. A. Passy (2) a décrit dans le département de l'Eure les grès, les poudingues et les argiles à silex, particulièrement développés dans les arrondissements d'Évreux et de Bernay, où nous les avons également observés (3), et M. de Caumont (4) a mentionné les dépôts analogues qui, dans le département du Calvados, s'étendent sur les formations crétacée et jurassique.

Bassin de la Loire.

Le département de l'Orne est divisé en deux parties presque égales par la ligne de partage des bassins de la Seine et de la Loire; mais relativement aux couches qui nous occupent ce caractère oro-

(1) *Loc. cit.*, p. 72, 182 et 209, 1844.

(2) *Notice géol. sur le département de l'Eure.* (*Recueil de la Soc. d'agric., sc. et arts de* ce département, vol. III, 1832.)

(3) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 96, 1846.

(4) *Essai sur la topographie géognostique du Calvados*, p. 87, in-8 avec carte, 1828.

graphique ne paraît pas avoir eu d'influence bien sensible, ce qui confirme, comme on le verra plus loin, la répartition des eaux à cette période, comparée à celle des périodes précédentes. M. Blavier (1) a rapporté à la formation moyenne toutes les couches tertiaires de la partie orientale du département. Tels sont les minerais de fer qui recouvrent le terrain ancien des cantons d'Écouché et de Briouze. Il y a des argiles sableuses et des argiles rougeâtres enveloppant le fer hydroxydé granuliforme, des rognons de silex blanc, des grès et des coquilles marines dont on doit regretter que les espèces n'aient pas été déterminées. Au-dessus est un banc de sable de 15 mètres d'épaisseur. Le minerai de Ferrière-Bochard, à l'ouest d'Alençon, est en blocs plus ou moins volumineux, disséminés dans une argile ocreuse qui repose sur des grès et des sables blancs ou gris avec des traces de coquilles marines et au contact du gneiss.

On remarque dans l'arrondissement de Mortagne une argile blanche ou jaune avec des silex blonds en fragments ou en gros rognons, puis au-dessus des alternances de sable, de minerai de fer et d'argile avec rognons de silex, tandis que vers le bas est une argile plastique. La puissance de ces assises incohérentes paraît augmenter du N. au S., car elles n'ont que 6 à 8 mètres à Vimoutiers, 16 vers le Sap, 30 à l'Aigle et dans les bois de la Lande. Les principales exploitations de minerai sont dans les cantons de la Ferté-Fresnel, de Tourouvre et de Longny. Les grès de la Ferté-Fresnel, de Villers-en-Ouche, de Broglie, etc., appartiennent probablement à ce groupe comme ceux du Calvados et de Saint-Laurent-des-Grès (Eure) (2).

Dans le département de la Mayenne, le même ingénieur a décrit (3) des argiles, des sables et des grès généralement peu épais et reposant indistinctement sur les divers terrains. Ces couches horizontales paraissent occuper un niveau constant. Les grès, souvent ferrugineux, en bancs continus, ou en masses isolées dans les sables, sont partout exploités et renferment des moules de coquilles bivalves rapportées au genre *Cardium*. Des minerais de fer oxydé-hydraté terreux, ou de fer hématite, rencontrés assez fréquemment dans

(1) *Études géologiques sur le département de l'Orne*, p. 78, in-8 avec carte. Alençon.

(2) Voyez aussi : D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 91, 1846.

(3) *Essai sur la statistique minéralogique du département de la Mayenne*, in-8 avec carte. Laval.

des espèces de poches du calcaire de transition, seraient encore du même âge.

Nous avons signalé à l'ouest du Mans les grès quartzeux de Saint-Aubin qui reposent sur d'autres grès ferrugineux de la formation crétacée. Sur la route d'Alençon un lambeau de calcaire lacustre paraît aussi recouvrir des grès tertiaires (1). En remontant l'Anille et la Braye, de Bessé à Saint-Calais, un poudingue incohérent, marno-siliceux, se montre toujours fort épais sur les collines qui bordent la vallée. A l'est et à l'ouest de Saint-Calais (83) on voit au-dessus de la craie un premier banc de silex avec argile sableuse rouge, puis une couche d'argile impure, brun-rouge panaché de vert, et une seconde couche de silex et d'argile rouge empâtant des fragments de grès vert. Au sommet de la colline, sur l'ancienne route de Montdoubleau, on remarque des cailloux roulés et arrondis très distincts des précédents, dont les arêtes sont toujours vives; et plus loin l'argile brune panachée de vert, les silex et les argiles rouges, succèdent à la craie micacée comme précédemment. De Vendôme à Savigny, les mêmes couches incohérentes se montrent encore. Au nord de Saint-Calais, la montée de Berfay met à découvert sur une hauteur assez considérable des sables jaunes et bruns reposant sur le grès vert, puis des marnes sableuses blanches ou jaunes, et vers le haut des glaises panachées avec de grandes masses de silex molaire ou de grès poudingiformes siliceux, quelquefois lustrés et à gros grains. Sur le plateau de la Rousselière qui est au-delà, les puits creusés pour atteindre la craie traversent 25 mètres de ces assises meubles. Les mêmes marnes panachées et rouges, les sables ferrugineux et des marnes gris-cendré à grains de quartz s'observent à la sortie de la Ferté-Bernard, sur la route de Nogent, puis sur le plateau de Queux, et, près de Nogent-le-Rotrou, des calcaires lacustres siliceux sont très développés.

Les sables et les grès du quatrième groupe ont rempli les dépressions de la craie dans le département de Maine-et-Loire (2). A la partie inférieure on rencontre une assise de grès à grains fins, cristallins, à ciment siliceux, quelquefois lustrés. Ces grès, lorsqu'ils ne sont pas recouverts par le calcaire lacustre, forment des bancs dis-

---

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 78 et 81. pl. I, f. 6, 1846.

(2) Le Châtelier, *Statistique du département de Maine-et-Loire*, p. 177. — *Carte géol.* du même département, par MM. de Montmarin, Le Châtelier et Cacarié, 1845.

continus ou brisés à la surface du sol et dont les angles sont arrondis. Ils se voient souvent sur les pentes des vallées ouvertes dans la formation crétacée. On y trouve des empreintes végétales et des coquilles provenant de la craie sous-jacente. Ce groupe est surtout développé dans les arrondissements de Saumur et de Baugé, puis entre la Sarthe et le Loir. Nous avons décrit les grès et les poudingues siliceux de la rive gauche du Loir, entre le Lude et la Flèche (1), puis les sables et les glaises grises qui occupent le plateau au sud de cette dernière ville. A Baugé, au-dessus de la craie micacée, les grès sont subordonnés aux sables jaunes et gris recouverts d'un dépôt de transport diluvien. A Saint-Maur-sur-Loire (p. 63) les sables et les grès ferrugineux de 16 mètres d'épaisseur reposent sur des marnes blanchâtres à points verts de la formation crétacée, et tout le plateau qui borde la Loire à l'ouest de Saumur est occupé par les mêmes sables jaunes ou verdâtres, avec des grès subordonnés et surmontés de calcaires lacustres, soit compactes, soit celluleux ou meuliériformes. Nous avons fait remarquer la disposition particulière que présentaient ces sables et ces grès au-dessous du château de Saumur et leur pendage au S. par suite d'une faille (p. 62, et pl. II, fig. 8).

Des sables ferrugineux et glauconieux recouvrent fréquemment la craie jaune ou la craie micacée au midi de ce point. Tels sont ceux qui dominent la colline de Chinon et les monticules opposés de la rive gauche de la Vienne, où la meulière les surmonte. Le village de Niré-le-Dolent, au nord-ouest de Loudun (p. 41), est également dominé par une masse tertiaire qui, à partir de la craie jaune, se compose de sable glauconieux, d'une assise puissante de sable blanc et jaune et de meulière siliceuse au sommet. Plus loin encore dans cette direction, au nord de Mavaux, sur la route de Mirebeau à Poitiers, on remarque un très beau dolmen au pied d'un petit tertre boisé, composé de grès à gros grains, peu durs, lustrés et ferrugineux. Ces grès, en rognons aplatis de plusieurs mètres de long, sont entourés d'un sable ferrugineux peu abondant, et reposent sur les marnes et les calcaires marneux secondaires. Tout porte à croire que ce lambeau, isolé au milieu des plaines de la formation jurassique, est encore tertiaire (p. 39, et pl. II, fig. 6).

Dans le département d'Indre-et-Loire les argiles et les poudingues tendent à prédominer sur les sables et les grès. Au-dessus de la

(1) D'Archiac, *loc. cit.*, p. 72.



sortie de Blois (p. 47) permet de penser que leur arrangement ne présente aucun ordre constant, et qu'ils constituent un seul et même dépôt dont les éléments sont incessamment variables dans le sens horizontal comme dans celui de l'épaisseur. Sur ce dernier point en effet, au-dessus de la craie, la partie moyenne et supérieure du coteau est formée d'argile sableuse panachée, de sable argileux, ferrugineux, brun ou jaune, et de poudingues avec de gros silex enveloppés dans une marne argileuse grise ou verte. La stratification est très irrégulière, ondulée, contournée comme la surface de la craie sous-jacente, mais on n'y observe pas le lit de sable vert si fréquent aux environs de Tours.

M. J.-M. Fabre (1) a décrit les dépôts meubles tertiaires arénacés et argileux du Berry, mais nous ne le suivrons pas dans l'énumération qu'il en donne, parce qu'il nous a paru y comprendre quelquefois des couches beaucoup plus anciennes, trompé sans doute par les caractères minéralogiques. Nous avons dit quelques mots (2) des poudingues siliceux qui bordent la rive gauche de la Loire, au nord de Sancerre, et nous avons signalé leur grande analogie avec ceux des bords du Loing. Le plus ordinairement ils sont incohérents, à très grands nodules de silex gris blanchâtre, non roulés, enveloppés dans une marne argilo-sableuse, et sans fossiles. Ils reposent sur la craie tufeau et constituent, sur une épaisseur d'environ 48 mètres, toute la partie supérieure de la colline conique dont la ville de Sancerre occupe le sommet. Ces mêmes conglomérats revêtent ensuite toute la pente nord-ouest des collines qui s'étendent de Sancerre à Allogny, et en couronnent même les plus hautes sommités, reposant partout sur le grès vert ou sur la craie tufeau.

M. V. Raulin (3), qui a mentionné ce groupe dans le Sancerrois, sous le nom de *sables tertiaires à silex*, a fait voir qu'il est en général composé de sable fin, un peu argileux, jaune, quelquefois assez pur et tout à fait blanc. Les silex nombreux sont blonds, grisâtres, rarement roulés, blanchâtres à l'extérieur, ordinairement brisés et quelquefois entiers et très volumineux. Plusieurs lambeaux existent au sud des collines précédentes, reposant, à l'est de

(1) *Mém. pour servir à la statistique du département du Cher*, p. 114 et 151, in-8 avec carte. Bourges, 1838.

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 16 et 21, 1846.

(3) *Mém. sur la constitution géognostique du Sancerrois* (*Ibid.*, avec carte et coupes, p. 226, 227, 238. 1847.)

Bourges, sur les couches de la plaine jurassique, à 200 mètres au-dessous du niveau où ces mêmes conglomérats ont été portés sur les points culminants des collines. Ils sont comme autant de témoins de leur ancienne extension de ce côté et du niveau qu'ils occupaient d'abord.

L'altitude des poudingues incohérents qui, sur le plateau de Vierzon, n'est que de 167 mètres, atteint successivement, vers le nord-est de la chaîne de collines du Sancerrois, 292 mètres à Allogny, 320 à Menetou-Salon, 354 à Morogues, et 434 à la Motte d'Humbligny, point culminant de cette petite chaîne, pour s'abaisser ensuite vers le N.-N.-E. à 283 mètres (Savigny). Les conglomérats surmontent aussi les collines crayeuses qui bordent la faille N.-S. parallèle à la Loire, puis ils s'abaissent du S. au N., se trouvant à 350 mètres sur la seconde colline, au midi de Sancerre et à 180 mètres seulement à Léré. La pente moyenne de leur surface est d'ailleurs conforme à celle de la craie sous-jacente. Cette disposition remarquable des poudingues meubles du Sancerrois, disposition à laquelle ont participé les formations jurassique et crétacée, a été l'objet d'une étude particulière de M. Raulin qui a démontré qu'elle résultait de deux dislocations se coupant presqu'à angle droit. L'une, courant de l'E. 26° N. à l'O. 26° S., a imprimé aux collines du pays leur direction et leur relief actuels; l'autre, dirigée N.-S., de Vinon à Léré, sur une longueur de plus de 16 kilomètres, et passant par Sancerre, a produit une faille et une différence de niveau de 180 mètres. Les couches situées à l'est de cette dislocation sont restées à peu près dans leur position première, et tout porte à croire que les deux mouvements ont eu lieu simultanément.

On a vu que ni les sables argileux de la Sologne, regardés comme du même âge que les faluns coquilliers de l'ouest, ni les calcaires et les marnes lacustres qui les avaient précédés et qui recouvrent les conglomérats incohérents du Berry, n'avaient été affectés dans leur position par le soulèvement des collines du Sancerrois, tandis que ces mêmes conglomérats avaient été complétement dérangés par ce phénomène; il était donc naturel de penser que le soulèvement s'était produit avant le dépôt des marnes et calcaires lacustres, coïncidant de la sorte avec le phénomène plus général qui a fait qu'aux dépôts, tantôt réguliers et marins, tantôt détritiques et problématiques du quatrième groupe, ont succédé, presque partout aussi dans le même espace, des couches d'eau douce bien caractérisées. Cependant M. Raulin est porté à placer le soulèvement entre le dépôt des calcaires lacustres et celui des faluns ou des sables de la Sologne. Mais

[illegible] : d'une part
[illegible], et de l'autre
[illegible] de la Sologne,
[illegible] la constante régu-
[illegible] que nous soumettons

[illegible] moyenne du nord de la
[illegible], sur des espaces consi-
[illegible], et à la surface de tous
[illegible] gneiss les plus anciens de la
[illegible] du bassin de la Seine. M. Des-
[illegible] couches qui composent ce que l'on
[illegible] comme formant un tout complet, et il
[illegible] Fontainebleau et le calcaire lacustre
[illegible] une période différente de ce qui est des-
[illegible] seraient pour lui, comme pour M. J. Des-
[illegible] de la formation tertiaire moyenne. Au
[illegible], cette opinion est parfaitement motivée ;
[illegible] même sous le rapport stratigraphique, car,
[illegible], le troisième et le quatrième groupe atteignent
[illegible] souvent la limite des faluns, et leur superposi-
[illegible] *inférieure* est complétement transgressive (2).
[illegible] effet, restreinte au bassin de la Seine, ne dépasse
[illegible] peu élevé qui la sépare de celui de la Loire, tan-
[illegible] au N. avec les couches que nous avons étudiées
[illegible] les troisième et quatrième groupes nous ont paru
[illegible] aux lambeaux qui seront mentionnés dans le Co-
[illegible] et la Vendée, ils n'étaient sans doute point en
[illegible] le bassin de la Seine proprement dit.

[illegible] vol. VI, p. 250. 1835.
[illegible] doit cependant tenir compte de la disposition des faluns par
[illegible] calcaire lacustre qu'ils recouvrent par place. Il y a eu
[illegible] deux dépôts d'origine si différente un phénomène remar-
[illegible] doute d'abaissement, qui a fait succéder les eaux ma-
[illegible] eaux douces dans le bassin de la Loire, tandis que celui
[illegible] était émergé. Or ce phénomène suffirait pour motiver
[illegible] manière rationnelle la division de la formation moyenne de
[illegible] de la France en deux sous-périodes distinctes, dont
[illegible] comprendrait [illegible] supérieurs et le calcaire lacustre supé-
[illegible] l'autre [illegible] seulement.

§ 4. — Ve Groupe. — Calcaire siliceux ou calcaire lacustre moyen.

1er Étage : argile et meulière.
2 — : marnes et calcaires marneux, avec silice disséminée ou en rognons.
3 — : marnes vertes et calcaires marneux.
4 — : gypse et marnes gypseuses.
5 — : marnes et calcaires marneux.

Soit que l'on veuille étudier ce groupe dans sa hauteur sur un seul point, ou que l'on veuille suivre plusieurs de ses couches dans tout l'espace qu'il occupe de l'E. à l'O., de Verzy (Marne) à Montjavoult (Oise), ou du N. au S., de Villers-Cotterets (Aisne) jusqu'au-delà de Château-Landon (Seine-et-Marne), on reconnaîtra combien, malgré son développement, il est difficile d'y établir des coupes naturelles ; car ces mêmes couches ont des caractères très variables, ou bien se ressemblent à des niveaux différents. En outre, les coquilles fossiles qu'elles renferment y sont inégalement distribuées, manquent souvent, sont les mêmes dans des assises distinctes très éloignées dans la série, et quoique les individus soient innombrables par place, ils appartiennent à un fort petit nombre d'espèces.

Cependant, comme il serait encore plus difficile de donner une idée suffisamment claire de la composition du groupe si l'on considérait en masse cette réunion de marnes, de glaises, de gypse, de calcaires marneux et de calcaires siliceux, nous avons essayé il y a quelques années (1) d'y tracer cinq divisions, d'après un certain ensemble de caractères, divisions qui peuvent être regardées sinon comme bien tranchées et tout à fait naturelles, du moins comme s'éloignant peu de la vérité. D'ailleurs chacune d'elles que nous désignons sous le nom d'étage, renfermant au moins une couche ou un dépôt bien caractérisé, dont le niveau est constant, ce sera un point de repère qui nous guidera avec assez d'exactitude pour qu'on soit assuré que les erreurs que nous pourrions commettre ne seront relatives qu'aux diverses couches d'un même étage et non aux divers étages entre eux. Plusieurs de ces derniers ont été désignés sous le nom de *formation ;* mais pour ne point rompre les vrais rapports de toutes ces assises entre elles, nous les considérerons comme parties consti-

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 201. 1839. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 201. 1843.

tuantes d'un même ensemble de dépôts qui diffèrent assez à la vérité dans leur aspect et leur composition, mais qui conservent tous les caractères de leur origine lacustre.

1er Étage. Argile et meulière.

La meulière de la Ferté-sous-Jouarre avait été rapportée par Cuvier et Alex. Brongniart au calcaire lacustre supérieur; mais M. Dufrénoy (1) démontra avec beaucoup de sagacité qu'elle était d'un âge tout à fait différent de celui de la meulière des plateaux de Meudon et de Montmorency, et que, loin de recouvrir les grès et les sables supérieurs comme cette dernière, elle était au contraire placée dessous. C'est, au reste, le changement le plus important qui ait été fait à la classification des illustres auteurs de la *Description géologique des environs de Paris.* M. Dufrénoy n'a point séparé cet étage du suivant dont les caractères minéralogiques sont, il est vrai, quelquefois identiques, surtout dans la Brie, et si nous avons établi cette distinction, c'est parce que leur liaison ou le passage de l'un à l'autre ne nous a point paru constant.

Le premier étage se compose de glaises ou d'argiles impures, colorées en brun, en jaune, en rouge, et quelquefois en gris bleuâtre ou blanchâtre, et qui enveloppent des bancs discontinus de silex molaire ou pierre meulière. Cette dernière roche, dont les caractères sont variables, constitue plutôt des masses irrégulières, ou de grands rognons disséminés dans la glaise, que de véritables bancs (2). Nous ne connaissons ce premier étage que dans la partie est et nord-est du bassin, là où les sables et grès supérieurs n'offrent plus que quelques buttes isolées. Ces meulières ne doivent pas être confondues avec certains bancs siliceux de la Brie que recouvrent ces mêmes sables, car nous retrouverons les équivalents de ceux-ci sous les véritables meulières lorsqu'elles sont le mieux développées.

La pierre meulière est très rarement recouverte, et il n'y a qu'un petit nombre de points où on la voie passer sous les sables supérieurs (collines de Tarteret, près de la Ferté-sous-Jouarre; tertre de Flagny, entre cette ville et Viels-Maisons; Ronchères et Reddy, à l'est de Fère). Elle occupe avec les argiles qui l'entourent le plateau

---

(1) *Mémoire sur la position géologique du terrain siliceux de la Brie et des meulières des environs de la Ferté.* (*Bull.*, vol. IV, p. 161. 1834. — *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. III, p. 321. 1836. — *Ann. des min.* 3e sér., vol. VIII, p. 169. 1835.)

(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 207, 1839. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 201. 1843.

de la montagne de Reims, et elle atteint une hauteur absolue de 280 mètres, à son extrémité orientale, entre Verzy et Verzenay, point le plus élevé des couches tertiaires depuis la vallée de la Loire jusqu'à la mer du Nord.

Cet étage se continue sans interruption vers l'O. jusqu'au canal de l'Ourcq ; au N., il forme la partie supérieure de la crête qui sépare la vallée de l'Ourcq de celle de l'Aisne. Il recouvre également les plateaux qui s'étendent entre les vallées de la Marne, du Petit et du Grand-Morin ; mais il est douteux que les calcaires plus ou moins chargés de silice, quelquefois meulièriformes, que l'on observe au-delà, lui appartiennent ; ils paraissent plutôt n'être qu'une modification du calcaire à Lymnées qui est dessous et dans lequel les coquilles sont très fréquentes, tandis qu'elles sont très rares, si même elles ne manquent pas tout à fait dans la véritable meulière. Dans les départements de l'Oise, de Seine-et-Oise, et plus au S., il ne semble pas qu'il y ait de couches représentant cet étage.

Les argiles qui accompagnent les roches siliceuses en les enveloppant forment sur tous les plateaux un niveau d'eau constant, où une multitude de ruisseaux prennent leur source. Leur puissance totale dans l'arrondissement de Château-Thierry, où elles sont le plus épaisses, ne dépasse pas 5 mètres. La meulière propre à faire les meules de moulins ne s'exploite qu'autour de la Ferté-sous-Jouarre, parce que là seulement elle présente des masses assez considérables pour cet usage, surtout lorsqu'on veut obtenir des meules d'une seule pièce.

2e Étage. Marnes et calcaires marneux avec silice disséminée ou en rognons.

Des marnes et des calcaires marneux plus ou moins chargés de silice séparent la meulière des marnes vertes (1). Le calcaire est gris blanchâtre, à cassure mate, quelquefois conchoïde. Les silex y sont disséminés en rognons aplatis, diversiformes, dont le grand diamètre varie de 0m,60 à 0m,80 et dont l'épaisseur est de 0m,10 à 0m,15 ou davantage. Leurs teintes sont extrêmement variées. Ils sont gris blanchâtre, marbrés de gris foncé, rouge-brun, brun clair, zonés de blanc et de brun comme des onyx, bleuâtres, passant à la calcédoine et tachés de blanc. Il y en a aussi de jaunes, de noirâtres, d'un rouge plus ou moins vif passant à la cornaline, de roses et de lie de vin. Souvent la silice se fond insensiblement dans la pâte

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 207. 1839. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 204, pl. XXII, fig. 1 et 2. 1843.

calcaire. Ces bancs sont séparés de la meulière précédente par des marnes blanches, grises ou verdâtres. Ils diffèrent en outre de la meulière en ce qu'ils ne sont point cariés et par la présence des fossiles.

Cet étage, où la *Lymnæa longiscata*, Al. Brong., est très répandue, se voit sous le précédent, vers la partie supérieure des plateaux de la montagne de Reims (Mont-Chenot), vers le haut des pentes de la rive droite du Petit-Morin, de Vendières à Montmirail, dans la vallée du Surmelin au-dessus de Counigis (Aisne), au sud de Chézy-l'Abbaye et de Nogentel, et sur la rive droite de la Marne en descendant de la forêt de Riz. Au N., le long de la crête qui sépare la haute vallée de l'Ourcq de celle de l'Aisne, au-dessus de Cramailles, de Mareuil, etc., ce sont des calcaires peu solides, de 4 à 6 mètres d'épaisseur. Plus à l'O., la silice cesse de dominer et de jouer un rôle aussi constant. Aux environs de Paris ces couches passent souvent à des marnes blanches, grisâtres, fissiles. Elles ont été décrites par Alex. Brongniart et M. Dufrénoy sous le nom de *calcaire siliceux*. C'est à ce niveau, et non à celui de la meulière, qu'appartiennent les calcaires mis à découvert par les travaux des fortifications de Pantin (1), et dans la coupe du chemin de fer à Chaville (2). Les couches lacustres signalées dans la Brie au-dessus des marnes vertes, et qui, dans le département de Seine-et-Marne, supportent immédiatement des lambeaux de grès et sables marins supérieurs, dépendent encore de cet étage que l'on distingue assez difficilement des suivants lorsque les marnes vertes viennent à manquer.

La magnésite de Chenevières, près de Champigny, a été signalée par M. Dufrénoy (3). Cette substance forme un lit de 0^m,38 d'épaisseur entre les marnes du calcaire siliceux. Elle est d'un blanc grisâtre et traversée par des veinules de manganèse oxydé noir. Placée au-dessus de l'horizon du gypse et au-dessous des grès de Fontainebleau, elle occupe la même position que la magnésite de Coulommiers. Cette dernière a été replacée aussi au-dessus du

---

(1) Ch. d'Orbigny, *Notice géol. sur les environs de Paris* (*Dictionnaire pittoresque d'hist. nat.* 1838). Cet étage y est désigné sous le nom de *travertin moyen*.

(2) Ch. d'Orbigny, *Bull.*, vol. IX, p. 282. 1838.

(3) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. I, p. 393.

gypse par le même savant (1), contrairement à l'ancienne opinion de Cuvier et de Brongniart.

Quoique le second étage se prolonge au S. et à l'O. plus que le premier, il ne paraît pas exister dans le département de l'Oise, du moins ne l'y avons-nous pas reconnu, et l'excellent travail de M. Graves ne permet pas de penser que ni l'un ni l'autre y soit représenté.

M. Charles d'Orbigny (2) a bien établi la position de ce calcaire siliceux, qu'il désigne sous le nom de *travertin moyen*, à Melun, Montereau, Saint-Ange, Valvin, etc. (Seine-et-Marne), à la Butte-du-Griffon, etc. (Seine-et-Oise), à Champigny, etc., près Paris, placé dans cette partie du bassin entre les grès et sables supérieurs et des marnes vertes ou jaunes. Il a fait voir en outre ses rapports avec le calcaire siliceux situé au nord de Paris; mais peut-être ne l'a-t-il pas assez nettement séparé de la meulière du nord-est dont il diffère notablement. De son côté, M. de Roys (3) avait appelé *travertin n° 2*, une assise correspondante, déjà signalée à Provins par M. C. Prévost, et qui se voit à la colline de Train entre le Loing et l'Orvanne, puis entre celle-ci et la Seine, où elle se présente sous forme de rognons calcaires bitumineux avec Lymnées et Planorbes, pour se prolonger ensuite jusqu'au-delà de Château-Landon.

3e Étage. Marnes vertes et calcaires marneux.

« Nous réunissons sous le titre de *marnes vertes et calcaires » marneux* (4) non seulement le banc des marnes vertes proprement » dites, mais encore des marnes en lits minces et nombreux, plus » ou moins mélangées de gypse et présentant des coquilles lacus» tres, des empreintes de bivalves qui paraissent aussi d'eau douce, » des crustacés, des graines de *Chara*, etc. Cet ensemble de petites » couches est assez constant entre le gypse et les marnes vertes; » mais lorsque le gypse manque, ce qui est le cas le plus général » dans les départements de la Marne, de l'Aisne et de Seine-et- » Marne, il devient impossible de les séparer nettement du cin» quième étage. Elles constituent alors des calcaires marneux gris- » verdâtres, ou des marnes grisâtres, très dures, passant au com» pacte, ou bien encore blanchâtres et renfermant des rognons apla-

(1) *Bull.*, vol. I, p. 224. 1831.
(2) *Dictionn. pittoresque d'hist. nat.* 1838.
(3) *Bull.*, vol. IX, p 35. 1837.
(4) D'Archiac. *Bull.*, vol. X, p. 206. 1839.

» tis de silex cornés ou ménilite, plus ou moins volumineux (vallées » de la Marne, du Petit-Morin et du Surmelin). Ces couches sont » assez importantes à étudier, puisque c'est entre elles et les calcaires » marneux du cinquième étage que sont toujours placés les amas de » gypse. » La coupe du ravin de Pisseloup, près Pavant, et celle du ravin de Montorel (Aisne) (1), qui font connaître la composition de tout le cinquième groupe dans cette partie du bassin, montrent en même temps l'extrême variabilité des couches de ce troisième étage pris à de très petites distances. Leur épaisseur totale est de 7 à 8 mètres, et elles y sont remplies de graines de *Chara*, de *Paludina pusilla* et de *Lymnæa longiscata*, aussi abondantes que dans les calcaires inférieurs au gypse.

Les marnes vertes dont la teinte est souvent d'un vert foncé, variant du gris bleuâtre au vert clair, se présentent au même niveau dans presque toute l'étendue occupée par le groupe du calcaire lacustre moyen. On peut les suivre sur les deux versants de la montagne de Reims, dans les collines entre Épernay et Montmirail, dans les escarpements des vallées du Petit et du Grand-Morin, et de celles de la Marne et de l'Ourcq, où leur épaisseur est de 4 à 5 mètres. Nous y rapportons aussi les glaises grises et jaunâtres placées sous les sables supérieurs de la forêt de Villers-Cotterets, le long de la ligne de faîte, depuis la grande route jusqu'au signal de Montaigu (2); vers l'O., cet étage semble diminuer beaucoup d'importance et ses caractères sont moins prononcés qu'au S., surtout en plaçant à la base du quatrième groupe, comme nous l'avons proposé, les marnes ou argiles verdâtres avec Huîtres de Montmélian, de Goupillon et de Sérans. Quoi qu'il en soit, on en trouve encore des traces non seulement dans ces buttes, mais encore dans celles de Rozière, de Montépilloy, de Dammartin, de Saint-Christophe, de Marines, de Chavençon et de Montjavoult; suivant M. de Sénarmont (3), elles existent au nord-ouest de Meulan, sur les communes de Fontenay, d'Arthies, de Gadancourt, de Fayel et d'Haravilliers.

Dans un rayon de 10 ou 12 lieues autour de Paris, elles sont

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 206, pl. XXII, fig. 1, 2, 3 et 4. 1843.
(2) D'Archiac, *Ibid.*, p. 205.
(3) *Essai d'une description géol. du départ. de Seine-et-Oise*, p. 223, in-8. Paris, 1844.

depuis longtemps regardées avec raison comme un bon horizon géologique ; mais il ne serait pas exact de dire qu'elles accompagnent le gypse, parce que cette dernière roche, qui n'est qu'un accident du groupe et le résultat de circonstances locales, n'est même jamais en rapport immédiat avec ces marnes. M. de Sénarmont les signale encore autour de Villeneuve-Saint-Georges, de Boissy-Saint-Léger, dans les forêts de Grosbois, de Senart et jusqu'à Saint-Germain, près Corbeil. Les calcaires précédents les recouvrent partout aux environs d'Essonne, dans les tranchées du chemin de fer d'Orléans, et on les suit sans interruption au pied des coteaux de Palaiseau à Chevreuse, dans la vallée de l'Ivette. Elles affleurent également autour de Nauphle, de Pontchartrain, etc., où le second étage qui les surmonte n'est plus représenté que par des couches minces de calcaires blanchâtres.

Plus au S., M. de Roys (1) avait d'abord réuni diverses assises qu'il a plus tard distinguées avec raison. Dans sa *Note sur les terrains de la partie sud-est du bassin de Paris* (2), il a placé entre le *travertin n° 1* ou calcaire siliceux du cinquième étage, et le *travertin n° 2* que nous avons rapporté à l'étage précédent, les *marnes vertes et jaunâtres inférieures* assez variables dans leurs caractères. A Montereau et à Melun elles sont vertes; à Saint-Ange, à Montarlot et surtout à Treuzy, elles sont panachées. Le plus ordinairement c'est une marne sableuse, jaunâtre, se modelant sur les inégalités de la surface du calcaire lacustre sous-jacent. Elle n'a que deux à trois mètres d'épaisseur sur les plateaux de Ville-Saint-Jacques, de Bouron, de Grès, etc.; quelquefois elle passe à une marne magnésienne pulvérulente, douce, ou en nodules (Saint-Ange, le Pinard, Treuzy) avec des rognons de calcaire strontianien qui rappellent les marnes de Montmartre.

4e Étage. Gypse et marnes gypseuses.

Nous ne répéterons point les excellentes descriptions données de cet étage important autour de Paris, et nous nous bornerons, en indiquant la disposition géographique des amas que forme le gypse, à bien préciser le niveau géologique constant qu'ils occupent et à faire voir comment ces dépôts accidentels et discontinus sont subordonnés à des couches au contraire parfaitement continues, abstraction faite des dénudations qu'elles ont éprouvées.

En se dirigeant de l'E. à l'O. comme pour les étages précédents,

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 164. 1837.
(2) *Ibid.*, vol. IX, p. 34. 1837.

on voit les amas de gypse ne paraître que longtemps après que les étages qui les recouvrent et celui sur lequel ils reposent se sont développés. Ainsi on ne connaît point encore de gypse dans la partie occidentale du département de la Marne, où cependant le calcaire siliceux atteint déjà une assez grande épaisseur. Ce n'est que dans l'arrondissement de Château-Thierry, à Beuvardes et Villeneuve-sur-Fère, que se rencontrent les premiers amas de pierre à plâtre ; puis à Grizolles, à Bézu-Saint-Germain et à Marigny. Le long de la Marne, on l'exploite sur sa rive droite au Champ-Cadet, à Essommes, à Crouttes, et sur sa rive gauche à Villaret, Reuil, etc. (1).

Sur tous ces points le gypse est extrait par des puits et des galeries au centre des collines, à des profondeurs qui varient de 30 à 40 mètres, suivant le plus ou moins d'épaisseur des couches qui recouvrent les amas. Les bancs de pierre à plâtre n'affleurent nulle part sur les pentes des vallées, et il fallait une coupe aussi profonde que celle du ravin de Pisseloup, près Pavant (2), pour déterminer exactement la place des marnes gypseuses et magnésiennes qui accompagnent et enveloppent les masses de gypse. L'épaisseur de celles-ci est ordinairement de 5 à 8 mètres, rarement de 10 à 15, et elle varie d'un point à un autre. On remarque vers le bas des renflements et des rétrécissements fréquents, tandis que le toit, formé par un calcaire marneux blanchâtre, est beaucoup plus régulier. Lorsqu'on suit ces amas par des galeries sur une longueur de 60 à 70 mètres, on les voit diminuer d'épaisseur et se terminer en coin avant d'atteindre le talus de la colline. Ce gypse, dont les caractères minéralogiques sont d'ailleurs identiques avec celui des environs de Paris, constitue donc des amandes discontinues, comprises entre les étages que nous avons décrits et l'étage inférieur qui vient affleurer partout sur les flancs des vallées ; il est donc subordonné au cinquième groupe dans la partie orientale du bassin.

En suivant les dépôts de gypse vers l'O., on les voit prendre à la vérité un bien plus grand développement, mais il n'en sont pas moins compris entre les mêmes couches. Ainsi, depuis Meaux, une série de collines gypseuses, continuation des précédentes, se dirige au N.-O. par Montgé, Dammartin et Montmélian, et d'autres à l'O. le long de la rive droite de la Marne, puis de la Seine. Les collines de

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 204. 1839.
(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 207, pl. XXII, fig. 2.

Montmorency, de Corneil, de Sannois et d'Orgemont, s'allongent dans la même direction, et les buttes de Marines, de Grisy, de Sérans, dont la dernière à la vérité n'offre plus que des marnes gypsifères, sont exactement sur leur prolongement nord-ouest comme celles de Montmartre, de Chaumont, de Belleville, etc., sur leur prolongement sud-est. Sur la rive gauche de la Seine, la direction des amas de gypse est encore la même depuis Longjumeau jusqu'à la hauteur de Meulan. La colline de Triel a dans son prolongement des buttes situées au nord de Mantes, où l'on trouve aussi des marnes du même étage.

Les amas gypseux dans leur disposition générale actuelle sont donc compris dans une large zone dirigée à peu près N.-E., S.-O., de Beuvardes et de Villeneuve-sur-Fère (Aisne) à Longjumeau, au sud de Paris, zone à laquelle se rattachent obliquement trois chaînes de collines parallèles se dirigeant du S.-E. au N.-O.: celle du nord passant par Dammartin, celle du centre par Montmorency, et celle du sud un peu au-dessus de Versailles. En outre, des lambeaux isolés dans les intervalles que ces bandes laissent entre elles témoignent de l'ancienne continuité des couches auxquelles le gypse est subordonné. Le plus ordinairement ils sont encore alignés et forment de petits chaînons dirigés comme les bandes principales du N.-O. au S.-E. (1).

« Ainsi qu'on pouvait le prévoir, cette disposition, en partie déjà » indiquée par Alex. Brongniart (2), s'accorde avec la puis» sance relative des dépôts gypseux. C'est en effet dans la chaîne » des collines du centre, à laquelle appartiennent les buttes qui do» minent Paris au N., que ces amas acquièrent la plus grande » épaisseur. C'est dans cette partie sub-centrale du bassin lacustre » que les causes productrices du sulfate de chaux hydraté ont agi » avec le plus d'intensité ou pendant un temps plus long. Ces ren» flements considérables du gypse, qui ont pu le faire regarder » comme une formation, sont également en rapport avec une moin» dre épaisseur des dépôts d'eau douce postérieurs qui les recou» vrent partout. A l'E., les couches lacustres placées entre la pierre » à plâtre et les sables supérieurs du quatrième groupe ont une » hauteur totale de 40 mètres, tandis qu'au centre elles n'en ont

(1) Voyez à ce sujet : de Sénarmont, *loc. cit.*, p. 334.

(2) *Description géol. des environs de Paris*, p. 446, 3e éd., in-8. 1835.

» que 15 ou 16. C'est encore dans les derniers sédiments gypseux
» de cette partie du lac qu'ont été trouvés ces nombreux débris
» de mammifères, pachydermes et carnassiers, d'oiseaux, de
» reptiles, de poissons, décrits par Cuvier. Les ossements, dans les
» bandes nord et sud des collines gypseuses et dans les dépar-
» tements de l'Aisne et de Seine-et-Marne, sont comparativement
» très rares (1). »

Les amas gypseux dont nous venons de parler se sont donc déposés dans de faibles dépressions préexistantes du sol sous-lacustre, qui étaient circonscrites et sans communications entre elles. De nouvelles couches marneuses étant venues les recouvrir ensuite, ils se sont trouvés enveloppés de toutes parts et parfaitement isolés les uns des autres. Tous sont contemporains; ils ont été formés dans des circonstances semblables, par des causes analogues, et leur disposition en amandes, de même que leurs rapports avec les couches qui les entourent, ne permet pas de leur attribuer une origine métamorphique, tandis que tout concourt à les faire regarder comme sédimentaires.

5e Étage. Marnes et calcaires.

Lorsque les masses de gypse viennent à manquer, et c'est le cas le plus général, on reconnaît que les marnes et les calcaires souvent marneux, qui forment la base du groupe et qui supportent la pierre à plâtre, sont à peine distincts des couches qui leur ont succédé. C'est ce que l'on remarque surtout vers les anciens bords du lac au fond duquel ces sédiments se sont déposés. Cependant, considéré en grand, cet étage inférieur ne laisse pas que de présenter certains caractères généraux qui avaient frappé M. V. Raulin aussi bien que nous, et ce géologue, à la suite de ses longues et consciencieuses recherches sur les limites des dépôts tertiaires du bassin de la Seine, a représenté, sur sa *Carte*

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 205. 1839. — M. Graves (*a*) signale des ossements de *Palæotherium magnum*, d'*Anoplotherium commune* et des débris de poissons dans le gypse de Montmélian. Il cite en outre (p. 514) l'*Anoplotherium minus*, mais sans indication de gisement. — M. Darlu (*b*) a découvert des ossements de mammifères non déterminés et une mâchoire de *Palæotherium medium* dans les plâtrières de Panchard, de Monthyon, de Saint-Souplet, etc. (Arrondissement de Meaux.)

(*a*) *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 510, in-8. Beauvais, 1847.
(*b*) *Compt. rend.*, vol. V, p. 69. 1837. — *Recueil de la Soc. d'agriculture, etc., de Meaux*. 1837.

géognostique du plateau tertiaire parisien, ce même étage par une teinte particulière, comme nous le faisions dans le même temps sur la *Carte géologique du département de l'Aisne*. M. de Sénarmont au contraire, dans son *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise* (p. 52), a réuni cet étage à celui du gypse, et regarde ce dernier comme y étant subordonné. Mais nous persistons à croire, malgré l'opinion du savant ingénieur, que la pierre à plâtre en est tout à fait indépendante, et que notre cinquième étage ou *travertin inférieur* forme à lui seul un horizon très nettement tranché.

A la pointe orientale de la montagne de Reims, le cinquième étage est représenté par des marnes verdâtres, blanches et rouges, reposant sur des sables qui paraissent dépendre des sables inférieurs. Au-dessus de ces marnes viennent des lits minces de calcaires marneux blancs ou gris, compactes, avec *Lymnæa longiscata*. Ces couches, dont l'épaisseur est quelquefois de 10 mètres, s'étendent ensuite à l'O. sous tout le plateau, recouvrant successivement les trois groupes marins inférieurs (1). Sur la rive gauche de la Marne, elles surmontent les lignites du Mont-Bernon. Dans les collines entre Epernay et Vertus, elles sont plus ou moins développées, argileuses ou sableuses, diversement colorées, et reposent sur les argiles à lignites, peut-être même sur la craie ? M. Viquesnel (2), dans une note fort intéressante sur cette partie du bassin, a fait voir l'identité de ces couches qui à Chamery, au pied du versant septentrional de la montagne de Reims, reposent sur le calcaire grossier, avec celles de Courcoul sur la rive gauche de la Marne, de Vinay, de Cuys, de Sarrans et de Loisy, où elles surmontent l'étage des lignites, par suite de l'absence, dans ces localités, du calcaire grossier et des sables inférieurs. Dans la coupe de Chamery donnée par le même géologue (p. 308), les assises 1, 2 et 3 paraissent représenter les trois premiers étages du groupe, et, en l'absence du gypse, les assises 4, 5 et 6 représenteraient le cinquième. Il en serait de même pour les couches correspondantes au sud de la Marne (3).

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 202. 1839.
(2) *Bull.*, vol. IX, p. 296. 1838.
(3) MM. Arnoud et de Pinteville (*a*) ont fait connaître, au-dessus de Ludes et de Rilly, sur le versant nord de la montagne de Reims, un banc calcaire rempli de coquilles marines, placé entre la meulière

(*a*) *Bull.*, vol. XIV, p. 42. 1842.

A l'O. et au S.-O., vers Montmirail, ces assises forment toujours la base du groupe qui prend alors une grande épaisseur. On les voit reposer sur les sables moyens dans la vallée du Petit-Morin, de Montmirail à la Ferté-sous-Jouarre, où elles sont représentées par un calcaire marneux assez dur, grisâtre, pétri de Lymnées et de Planorbes. Dans la vallée de la Marne et dans celles de ses affluents, les strates, composés de marnes et de calcaires marneux blancs, ont de 15 à 16 mètres d'épaisseur. Ils sont assez bien caractérisés par la réapparition des coquilles lacustres; mais ils cessent de l'être lorsqu'on s'éloigne des points où l'influence du gypse s'est manifestée. Ainsi, dans le ravin de Monturel (Aisne) (1), on ne peut établir aucune division sur une hauteur de 45 mètres, depuis les marnes vertes jusqu'aux sables moyens, car les Lymnées, les Planorbes et les Paludines abondent plus ou moins dans toutes les couches de marnes et de calcaires marneux dont la couleur, la texture et l'aspect varient à l'infini. Dans la coupe du ravin de Pavant, où le niveau du gypse est indiqué par des marnes gypseuses et des marnes magnésiennes, les couches de l'étage inférieur, d'une épaisseur totale de 20 mètres, sont remplies des mêmes coquilles.

Elles règnent ensuite constamment à mi-côte des collines, entre le Petit-Morin et la Marne, puis sur la rive droite de celle-ci, jusqu'à une ligne sinueuse dirigée S.-O., N.-E., des plâtrières de Marigny, vers Mareuil en Dole (Aisne). Tout les calcaires lacustres situés à l'ouest de cette ligne jusqu'à la vallée de l'Ourcq appartiennent à cet étage qui cesse alors d'être recouvert par les précédents, et repose sur les sables moyens. A sa base il existe, dans presque tout le canton de Neuilly-Saint-Front, une couche de glaise aquifère qui se prolonge au nord de l'Ourcq, sous le plateau lacustre qui s'étend de Mareuil à Plessier-Huleu, puis vers Violaine et Noroy, là où les divers étages fort amincis n'offrent plus de caractères bien prononcés. Une certaine attention est nécessaire pour ne pas confondre cette argile souvent verte (Cramailles, Mareuil, etc., à l'E.; le Vouty, etc., à l'O.) avec l'étage des marnes vertes

avec argile et calcaire blanc du plateau et les couches à *Cyclostoma mumia* et *Lymnæa longiscata* du cinquième étage, reposant à leur tour sur les argiles à lignites. Ces coquilles marines annonceraient suivant M. Raulin un accident local semblable à celui qui a été signalé par M. C. Prévost, à la hutte au Garde, au pied de Montmartre.

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 218, pl. XXII, fig. 1, 2, 3 et 4.

que l'on voit au-dessus des plâtrières de Villeneuve-sur-Fère. Nous avons rapporté à ces dernières les glaises jaunes de la forêt de Villers-Cotterets, placées sous la ligne de faîte, depuis la grande route de Soissons jusqu'à la butte de Montaigu, et nous regardons comme représentant l'étage inférieur le calcaire jaunâtre, marneux et celluleux avec *Cyclostoma mumia* et *Lymnæa longiscata*, placé plus bas et reposant sur les sables moyens.

Dans cette partie du bassin qui avait été peu étudiée et sur laquelle par conséquent nous avons dû donner plus de détails, le groupe du calcaire lacustre moyen, composé de cinq étages, acquiert sa plus grande épaisseur qui est de 85 à 90 mètres, et son altitude atteint 225 à 230 mètres. Sa puissance s'affaiblit sensiblement de l'E. à l'O., sans que les altitudes diminuent dans le même rapport. Ainsi, au nord de Villers-Cotterets, où les cinq étages réunis n'ont que quelques mètres, leur hauteur absolue est encore de 200 mètres. Dans la portion nord-est du département de la Marne et dans celle du département de l'Oise qui y touche, le cinquième groupe étant fort aminci, l'étage inférieur ne se distingue pas toujours bien des autres. M. Graves (1), qui lui a réservé exclusivement l'expression de *calcaire lacustre moyen*, le décrit comme formant des plaines étendues, découvertes, presque horizontales, et dont le plan général est parallèle à l'inclinaison de toutes les couches tertiaires vers le S. Il incline aussi très faiblement vers l'O., et dans les deux directions la pente moyenne serait de 20 à 25 mètres. Au S., sa moindre élévation est de 114 mètres, et à l'O. de 85. Si l'on se rappelle que nous avons constaté plus au N. des altitudes de 200 mètres et à l'E. de 270 mètres, on acquerra la preuve de la régularité des pentes, vers le S. et vers l'O., à partir des bords du bassin.

L'étage inférieur est presque exclusivement calcaire dans le département de l'Oise. La roche est tendre, marneuse, blanchâtre ou blanc-jaunâtre, sans stratification bien apparente, et renferme les coquilles lacustres que l'on trouve disséminées dans les divers étages. On y rencontre des silex pyromaques noirs, semblables à ceux de la craie et des marnes du calcaire grossier, et enveloppant les mêmes coquilles que le calcaire, puis des graines de *Chara*. On peut observer ces marnes et ces calcaires marneux au-dessus des sables moyens, dans les buttes d'Ormoy et de Rozières, et ils forment la base du pla-

(1) *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 489, in-8. Beauvais, 1847.

teau au-dessus duquel s'élèvent les collines de Dammartin, entre Plessis-l'Évêque et Moussy-le-Neuf, et celle de Montmélian. Les couches peu épaisses de calcaire lacustre qui occupent la plaine entre Dammartin, Lévignen et Gondreville, les lambeaux qui surmontent çà et là les sables moyens de la forêt d'Ermenonville, en font encore partie. Dans celle de Halatte, ce sont aussi des calcaires blanchâtres avec *Lymnæa longiscata* et *Paludina pusilla*, qui recouvrent les mêmes sables. Au-delà de l'Oise, dans les buttes de Marine, de le Haume, de Chavençon, et plus à l'O., dans celles de Sérans et de Montjavoult, ainsi que sur les hauteurs qui s'étendent au nord-ouest de Meulan, vers la vallée de l'Epte, l'étage inférieur n'offre que des lambeaux souvent méconnaissables ou à peine distincts des couches qui le recouvrent.

Autour de Paris, à Saint-Ouen, la Villette et dans toute la plaine qui s'étend au nord de la capitale, ces couches bien caractérisées ont été aussi parfaitement décrites, et nous nous bornerons à citer, pour compléter ce qui avait été dit à ce sujet, la coupe détaillée et fort instructive qu'a donnée M. Charles d'Orbigny (1) de la tranchée du chemin de fer, dans la plaine de Monceaux, au-dessus de laquelle s'élève la butte gypseuse de Montmartre. Sur une hauteur totale de 11 mètres seulement, il a signalé 37 lits différents, et fait remarquer surtout la fréquence des marnes magnésiennes, l'existence dans plusieurs bancs de *Chara medicaginula* regardé jusqu'alors comme caractéristique du calcaire lacustre supérieur, la présence d'ossements de *Palæotherium minus* et d'*Anoplotherium*, de coquilles fluviatiles (*Paludina elongata*, Ch. d'Orb., *P. cyclostomæformis*, id., *P. varicosa*, id., *Lymnæa longiscata*, Al. Brong., *Cyclostoma mumia*, Lam. etc.) répandues avec profusion dans la plupart des lits, et enfin des feuilles de *Typha*, genre cité pour la première fois à l'état fossile. Dans cette coupe qui présente la composition du cinquième étage en entier, on voit celui-ci recouvert par le gypse et reposer sur des calcaires et des sables coquilliers marins dépendant des grès et sables moyens.

La *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien* de M. V. Raulin fait connaître avec précision l'étendue de l'étage inférieur vers

(1) *Bull.*, vol. VII. p. 161. 1836.—Voyez aussi : *Bull.*. vol. IX, p. 280. 1838, pour la tranchée du chemin de fer entre Sèvres et Ville-d'Avray, où l'on voit le même étage entre le gypse et les sables moyens.

l'ouest du bassin. On y voit que, se prolongeant jusqu'au plateau situé à l'est de Pacy (Eure), il se termine à la même hauteur que les deux bandes situées sur la rive droite de la Seine et qui ont pour limite au N.-O., l'une les collines de Villiers-en-Athies, et l'autre le Montjavoult. Sur la rive gauche de la Seine, dans la vallée de la Maudre, le même étage est à l'état de marnes blanches peu cohérentes, tandis que dans celle de Septeuil il est solide, et renferme du calcaire spathique et des silex; il se continue au-delà de Houdan à Ivry, le long de la Vesgre et de l'Eure (1).

Au S.-E., les observations de M. Roys (2) ont contribué à éclaircir ce qui se rattache à la connaissance de ces mêmes couches désignées par lui sous le nom de *travertin n°* 1. Dans le département de Seine-et-Marne et en s'avançant vers le midi, elles ont des caractères assez différents de ceux qui ont été indiqués jusqu'à présent. Ce sont des calcaires durs, compactes, jaunâtres, quelquefois brunâtres, clairs ou foncés, celluleux ou remplis de tubulures ramifiées, tapissées de calcaire spathique. Ils reposent sur des argiles ou *fausses glaises* que nous mentionnerons plus loin, avec les poudingues et l'argile plastique qui sont dessous. Cet étage, bien caractérisé par le niveau qu'il occupe, sa continuité et sa puissance, se prolonge sur les deux rives de la Seine depuis Corbeil, Melun, Moret et Montereau jusqu'à Provins, puis en remontant, la vallée du Loing et celle de ses affluents, le Lunain et l'Orvanne. A Moret, sa puissance n'est pas moindre de 40 mètres, et d'après M. La Joye, elle serait encore plus considérable autour de Melun. De Nemours à Château-Landon on a déjà vu (*antè*, p. 537) que l'extrême amincissement des sables de Fontainebleau avait tellement rapproché cet étage du calcaire lacustre supérieur, qu'il avait été confondu avec ce dernier par quelques géologues. Les détails dans lesquels nous sommes entré sur la longue discussion de l'âge du calcaire de Château-Landon nous dispensent d'y revenir ici.

Les derniers affleurements de cet étage ont été décrits par M. Leymerie (3) dans le département de l'Aube, sur la rive droite de la Seine, au nord de Nogent. Ce sont aussi des calcaires marneux gri-

(1) De Sénarmont, *loc. cit.*, p. 144.
(2) *Bull.*, vol. VIII, p. 160. 1837. — *Ibid.*, vol. IX, p. 28. 1837.
(3) *Bull.*, vol. XII, p. 13. 1840. — *Statistique minér. et géol. du département de l'Aube*, p. 113, in-8, avec atlas. Troyes, 1846.

sâtres, jaunâtres, plus ou moins compactes, renfermant des coquilles lacustres, et dont l'épaisseur est d'environ 24 mètres. Vers le haut est une couche peu épaisse, mais constante, de marnes ordinairement vertes, avec des rognons d'une nouvelle variété de silex hydraté que l'auteur nomme *Neslite.* Le plateau est occupé par des meulières qui sont celles de la Brie, et qui correspondent non au premier étage, mais aux calcaires siliceux placés dessous (1).

Considérations générales.

Le groupe du calcaire lacustre moyen dont nous venons d'esquisser les caractères et la disposition occupe dans le nord de la France une surface représentée assez exactement par un triangle rectangle et isocèle, dont l'hypothénuse serait une ligne dirigée E., O., de l'extrémité de la montagne de Reims à Heudebouville, à l'est de Louviers (2), sur une longueur de 56 lieues, et dont la hauteur ou la perpendiculaire, abaissée du sommet situé au sud de Château-Landon, aurait environ 36 lieues, ce qui donnerait une superficie d'à peu près 1000 lieues carrées pour le lac dans lequel ces dépôts se sont successivement accumulés. Cette étendue est à peu près aussi celle du lac Ladoga, le plus grand des lacs actuels de l'Europe. Quant à la profondeur présumée des eaux, si on l'évaluait d'après la différence des niveaux où l'on trouve aujourd'hui les couches les plus basses et les plus élevées du groupe, en supposant les dernières à 280 mètres d'altitude au-dessus de Verzenay (Marne) et les plus anciennes atteintes dans le forage de Crosne, près Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise), à 30 mètres *au-dessous* du niveau de la mer, on trouverait qu'elle était d'au moins 310 mètres, ou approchant celle du lac de Genève qui est de 300 mètres. On voit en outre que le point le plus bas où le calcaire lacustre moyen ait encore été constaté, correspond à peu près au centre du bassin triangulaire occupé par le lac (3).

---

(1) M. de Sénarmont a publié en 1844 la carte géologique du département de Seine-et-Marne, accompagnée de l'*Essai d'une description géol.* de ce département; mais n'ayant pu nous procurer cet ouvrage important pour la partie orientale du bassin de la Seine, nous regrettons que sous ce rapport notre travail présente une lacune que nous devions signaler.

(2) Nous avons pris la limite extrême dans cette direction, non de l'étage inférieur que sur sa carte M. Raulin arrête au nord de Pacy, mais d'autres couches qu'il indique au-delà, à Heudebouville, entre la Seine et l'Eure.

(3) Dans cette partie, la plus basse connue du bassin, aussi bien que dans les forages exécutés aux environs à Champrosay et à Mon-

Mais ces données ne peuvent être admises, d'une part, parce que les altitudes au N. et à l'E. sont telles que, si elles ne résultaient pas d'élévations postérieures aux dépôts, les eaux douces où ils se sont formés se seraient étendues sur tout le nord de la France et sur la Belgique, venant baigner le pied des collines de transition et secondaires des Ardennes, de la Champagne, etc., à l'E., et dépassant de beaucoup au S. et à l'O. les limites de la formation tertiaire moyenne, ce qui n'a pas lieu; et de l'autre, parce que les caractères des sédiments de tout le cinquième groupe sont ceux d'eaux peu profondes, tranquilles et éloignées des montagnes ou de tout relief très accidenté du sol. Ainsi les courbes et les hauteurs relatives différentes que nous présente le fond de l'ancien lac, sont nécessairement le résultat de modifications successives dans sa profondeur, pendant que les sédiments se déposaient, et d'un soulèvement en masse vers l'angle nord-est, à une époque postérieure aux dernières couches tertiaires du pays.

§ 5. — VI[e] Groupe. — Grès et sables moyens.

1[er] Étage : calcaire marin ;
2[e] — : grès;
3[e] — : sables.

Depuis les environs d'Épernay (Marne) jusque sur la limite des départements de l'Eure et de la Seine-Inférieure, on avait signalé, dans un grand nombre de localités, des sables et des grès plus ou moins coquilliers. Les auteurs de la *Description géologique des environs de Paris* les avaient rapportés sur certains points aux grès supérieurs ou de Fontainebleau, et sur d'autres ils les avaient regardés comme faisant partie du calcaire grossier qu'ils recouvraient. Plus tard, MM. Graves (1), Eugène Robert (2) et La Joye (3), pla-

---

deville, où les couches du cinquième groupe descendent à 13 et 18 mètres au-dessous du niveau actuel de la mer, leur épaisseur totale atteint 70 et 80 mètres, c'est-à-dire qu'elle est un peu moindre que leur maximum sur la limite nord-est. (Voyez pour les détails des sondages : Degousée, *Guide du sondeur*, etc., p. 441, atlas, pl. XXIV, in-8. 1847.)

(1) *Précis statistique du canton de Nanteuil-le-Haudouin*. Beauvais, 1829.

(2) *Mém. sur les grès marins de Nanteuil-le-Haudouin*. (*Ann. des mines*, vol. VIII. 1830.

(3) *Coupe de Lizy-sur-Ourcq et de Saint-Aulde*. (*Bull.*, vol. II. p. 28. 1831.)

cèrent ces dépôts immédiatement au-dessus du calcaire grossier, tandis que MM. Deshayes (1) et Héricart Ferrand (2) adoptèrent pour plusieurs d'entre eux l'opinion d'Alexandre Brongniart, qui les rapprochait des grès supérieurs. Mais une étude suivie de la plupart des localités où ils existent nous a démontré que les sables et les grès, coquilliers ou non, n'étaient en réalité ni les équivalents des sables et grès de Fontainebleau, ni la réunion du *second* et du *troisième grès* de Brongniart, comme l'avait aussi supposé M. J. Desnoyers (3).

Nous avons donné à cet ensemble de couches, qui comprend des sables et des grès quartzeux, presque toujours recouverts par un ou deux bancs de calcaire marin, le nom de *groupe des grès et sables moyens* (4), pour indiquer leur position dans la série tertiaire, d'une part relativement aux *grès et sables inférieurs* placés sous le calcaire grossier, et de l'autre par rapport aux *grès et sables supérieurs* ou de Fontainebleau, qui surmontent le groupe du calcaire siliceux que nous venons d'étudier (5). Le nom d'une localité ne devant être assigné à une subdivision géologique qu'autant que cette localité peut servir de type ou de terme de comparaison, l'expression de *grès de Beauchamp* était on ne peut pas moins heureuse et devait être supprimée, puisqu'elle ne rappelait que les discussions et l'incertitude dont ces grès furent l'objet. Nous décrirons simultanément les sous-divisions de ce sixième groupe, et en nous dirigeant comme pour les précédents de l'E. à l'O. et du N. au S. Nous donnerons d'autant plus de détails sur sa distribution géographique, qu'il avait été moins bien déterminé d'abord, et que depuis nous M. V. Raulin, dans sa *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien*, y a compris des dépôts que nous regardons comme dis-

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris.* vol. I, 1822. — *Description des coquilles des environs de Paris*, 3 vol. in-4. Paris, 1824 à 1837.

(2) *Bull.*, vol. II, p. 9. 1831. — *Ibid.*, p. 38.

(3) *Bull.*, vol. II, p. 278. 1832.

(4) D'Archiac, *Note sur les sables et grès moyens tertiaires.* (*Bull.*, vol. IX, p. 54. 1837.) — *Ibid.*, vol. X, p. 198. 1839. — *Description géol. du département de l'Aisne.* (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. V, p. 220, pl. XXI et XXII. 1843.)

(5) Quoique Alex. Brongniart ait indiqué ces trois étages de grès, la *coupe théorique de la description géologique des environs de Paris* (pl. B., fig. 1, éd. 1835) indique le *grès marin inférieur* vis-à-vis du *deuxième grès* ou *grès de Beauchamp*.

tincts et beaucoup plus récents. Aussi les couches que ce géologue continue à désigner sous le nom de *grès de Beauchamp* y occupent-elles une surface beaucoup plus considérable que celle que nous assignons aux grès et sables moyens, circonstance analogue à celle que nous avons déjà mentionnée pour les sables et grès supérieurs.

Les grès et sables moyens commencent à paraître sur les flancs de la montagne de Reims, presqu'en même temps que le calcaire grossier qu'ils recouvrent, ou à partir d'une ligne qui joindrait Damery et Chamery (Marne), pour se continuer ensuite à l'O. avec une faible épaisseur. Dans la vallée du Petit-Morin, au-dessous de Marchais, ils sont encore peu puissants, mais ils prennent plus d'importance et deviennent coquilliers en descendant vers la Ferté-sous-Jouarre. Dans la colline à l'est de cette ville, et à 15 mètres au-dessus de la rivière, un banc de sable blanc coquillier est surmonté de calcaires marins que recouvrent les bancs lacustres marneux de la base du cinquième groupe. Mais c'est surtout la série des couches mises à découvert dans le ravin de Pisseloup, près Pavant, sur la rive gauche de la Marne, qui a levé toute incertitude sur le véritable niveau des sables moyens. Elle présente la succession la plus complète des étages tertiaires de cette partie du bassin de la Seine, et la proximité des plâtrières de Villaret ajoute encore à son intérêt, car les couches traversées pour atteindre le gypse, à 40 mètres de profondeur, viennent toutes affleurer dans le ravin. Cette coupe que nous avons reproduite fort en détail (1) et qui répète dans sa partie supérieure celle de la Ferté-sous-Jouarre se résume comme il suit :

		Alluvion ancienne du plateau. .	2m	
5e groupe. Calcaire lacustre moyen.	1er étage	: argiles et meulières.	4	
	2e —	: marnes et calcaires marneux avec silice disséminée ou en rognons.	6	
	3e —	: marnes vertes et calcaires marneux avec Paludines et graines de *Chara*.	13	
	4e —	: gypse (à Villaret), marnes gypseuses et marnes magnésiennes.	15	,15
	5e —	: calcaires marneux et marnes blanches avec Paludines, Lymnées et Planorbes.	21	,50

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, pl.

Groupe	Étage	Description	Épaisseur
6e groupe. Grès et sables moyens.	1er étage	: calcaire marin (*Cyrena deperdita*, Desh.)	1m,50
	2e —	: sable blanc coquillier	6
	3e —	: bancs de grès	2
7e groupe. Calcaire grossier.	1er étage	: marne, première assise	10
	—	: *id.* deuxième assise avec cordons de silex	8
	2e et 3e —	: calcaire grossier supérieur et moyen	12
	4e —	: glauconie grossière (calcaire grossier inférieur)	5
8e groupe. Sables inférieurs.	.....	sables jusqu'au niveau de la Marne	33

En prolongeant la coupe de 5 kilomètres vers le S.-E., on atteint le tertre de Flagny, où les sables supérieurs, reposant sur les argiles et les meulières du cinquième groupe, sont recouverts par le calcaire lacustre du troisième. L'épaisseur des six groupes au-dessus du niveau de la Marne en ce point est de 148 mètres, et si l'on y ajoute 50 mètres de sables inférieurs et d'argile, traversés à partir du même niveau jusqu'à la craie, dans le puits artésien de Rueil, situé un peu à l'O., on aura, en tenant compte de la pente de la rivière entre ces deux points, 200 mètres pour la puissance totale du terrain tertiaire.

Le sixième groupe se suit avec une régularité remarquable et que l'on peut constater sur toutes les pentes de la vallée de la Marne, au-dessus et au-dessous de Château-Thierry, de même que dans les vallons qui y débouchent. Les blocs éboulés sur les talus annoncent sa présence lorsque ses bancs sont masqués par la végétation ou la culture; son épaisseur est d'ailleurs loin d'être constante, et sur quelques points elle est réduite à un petit nombre de mètres.

Si de la vallée de la Marne on passe dans celle de l'Ourcq, on trouve le même groupe beaucoup mieux développé. A gauche de la route de Soissons, à la hauteur de Grizolles, des buttes de sable blanc, dont le sommet et les pentes sont jonchés de blocs de grès, rappellent exactement celles des environs de la Chapelle-en-Serval, de Thiers, de Mortefontaine et d'Ermenonville (Oise). Le village de Rocourt est bâti sur ces sables, et les grès continuent à former vers

---

XXII, fig. 1 et 2. 1843. La légende du 7e groupe a été modifiée ici conformément aux changements indiqués plus loin, *section* 6.

l'E. une rangée de collines basses dont les escarpements se font remarquer de loin par leur extrême blancheur. Au-dessous de Rocourt viennent affleurer les marnes avec *Cerithium lapidum*, Lam., *Lucina saxorum*, id., etc., et les cordons de silex formés par des plaques comme dans le ravin de Pavant. Au nord et à l'est de Fère-en-Tardenais, plusieurs collines de sable et de grès se rattachent au pied du plateau de la forêt, qui appartient en entier au cinquième groupe, avec ses calcaires marneux, ses gypses, ses marnes vertes et ses meulières. Dans l'ancien parc et aux environs, les sables sont recouverts par un calcaire blanc ou jaunâtre, avec *Corbula angulata*, Lam., *Cerithium subula*, Desh., *C. tricarinatum*, Lam., *C. Prevosti*, Desh., *Fusus polygonus*, Lam., *Paludina globulus*, Desh., etc.

La colline allongée de Fère à Villers-Hélon, qui forme la ligne de partage des eaux de l'Ourcq et de l'Aisne, appartient au calcaire siliceux, de dessous lequel sortent, sur la pente méridionale, les sables et grès moyens, puis le calcaire grossier vers le fond de la vallée, tandis que sur le versant septentrional une zone continue des mêmes sables circonscrit sa base. Un peu plus loin, à Tigny, à Taux et à Hartennes, ceux-ci constituent un massif isolé, recouvert encore de quelques plaques de calcaire lacustre, et présentant sur son bord septentrional des buttes coniques qui se détachent nettement par leur relief au-dessus du grand plateau que commence à former le calcaire grossier. Ce dernier se relève ensuite constamment jusqu'aux collines du Laonnais. Dans cette direction, le calcaire lacustre cesse tout à fait, et les sables moyens ne sont plus représentés que par des lambeaux souvent très restreints et fort éloignés les uns des autres.

Ainsi ils occupent les points culminants de la haute forêt de Coucy, à la Croix-Saint-Jean, s'étendent vers Fresnes, puis au rond de Rumigny, où ils atteignent 220 mètres, leur plus grande altitude. La partie méridionale de Saint-Gobain est bâtie sur ces sables, en général très ferrugineux, de même que les grès qu'ils renferment. Les collines situées au nord-est de Noyon, sur la rive droite de l'Oise, offrent les dernières traces du groupe, à 180 mètres seulement de hauteur absolue. Les bois de Thiescourt, ceux des environs de Carlepont, de Tracy-le-Mont, de Nampcel, d'Autrêches, de la montagne de Soissons, sont remplis de blocs de grès épars à la surface du calcaire grossier.

Si, revenant actuellement au S. dans la vallée de l'Ourcq, nous y

reprenons l'examen des sables moyens, nous les verrons très développés dans les cantons de Neuilly et de la Ferté-Milon. Ils occupent toute la basse forêt comprise entre cette ville et Villers-Cotterets, le vallon de Fleury et les bois de Gondreville, et sont surmontés çà et là par quelques lambeaux de calcaire lacustre. La haute forêt de Villers-Cotterets forme une colline très étroite, allongée de l'E. à l'O. et dont le sol, depuis la Croix-du-Château-Fée jusqu'à Brassoire, appartient entièrement aux sables et grès moyens. Ils servent de base à cette crête culminante que l'on a déjà vue composée de calcaire lacustre moyen, de sables et de calcaire lacustre supérieurs. Les grès sont très abondants autour d'Haramont, au rond de la Reine, etc.; mais nulle part on n'aperçoit de calcaire marin ni de fossiles. Cette circonstance, jointe à l'épaisseur tout exceptionnelle (52 à 53 mètres) que le sixième groupe prend ici, nous fait présumer que ces sables étaient émergés et formaient des dunes sur le bord de la mer, dans laquelle se déposait en bancs réguliers le calcaire marin qui a succédé aux sables coquilliers et les a recouverts dans les parties moins élevées du littoral. Dans cette mer vivaient une multitude d'animaux dont les dépouilles se sont accumulées à quelques lieues au S., au S.-E. et au S.-O., suivant une ligne qui, partant de Mont-Saint-Martin (Aisne), passerait par Plessier-Huleu, la Ferté-Milon, Mareuil (Oise), Betz, Nanteuil-le-Haudouin, Ermenonville, la Chapelle, Valmondois et Auvers, se prolongeant à l'O. jusqu'à Monneville.

Cette opinion se trouve confirmée par la différence des altitudes qu'atteignent les sables moyens le long de la haute forêt de Villers-Cotterets. Ainsi, dans la vallée du Petit-Morin, à l'ouest de Montmirail, ils sont à 140 mètres au-dessus de la mer; ils s'élèvent à 182 mètres près de Monthiers où ils sont très épais, et s'abaissent ensuite à 106 dans le voisinage de la Ferté-Milon. A partir de ce point ils se relèvent dans toutes les directions, et l'on a vu qu'au rond de Rumigny, dans la forêt de Coucy, ils atteignaient 220 mètres. Or, la plus grande différence de niveau entre les deux dernières localités, sur une étendue de 12 lieues, n'est que de 114 mètres, tandis qu'entre la Ferté-Milon et la forêt de Villers-Cotterets, sur une étendue de 2 lieues et demie seulement, la différence de niveau des mêmes couches est d'environ 100 mètres; et, comme les strates sous-jacents ne participent nullement à cette irrégularité des sables moyens, celle-ci doit résulter d'une accumulation locale déterminée sur l'ancien rivage par le concours des vents,

des marées, et peut-être aussi de courants littoraux, dont on pourrait retrouver la direction par un examen très minutieux de la zone coquillière dont nous avons parlé.

Sur la rive droite de la Marne, près de Tancrou (Seine-et-Marne), on peut constater la position du sixième groupe qui, à l'est de Mary, forme un tertre surmonté de calcaire marin très solide avec empreintes de *Cerithium mutabile*, Lam., l'une des coquilles les plus caractéristiques de ce niveau. Dans les coupes qu'a données M. La Joye, à Saint-Aulde et à Lizy-sur-Ourcq, le banc calcaire avec débris de crustacés est encore celui qui recouvre les sables moyens et qui, comme dans les localités précédentes, est surmonté du calcaire lacustre avec *Lymnæa longiscata*, Broug., ou partie inférieure du cinquième groupe.

Entre Lizy et la Ferté-Milon, la vallée de l'Ourcq laisse voir les mêmes sables et grès coquilliers, surtout à Mareuil où le *Cerithium thiarella*, Desh., est fort abondant. On retrouve cette espèce plus loin avec d'autres fossiles propres à ce niveau, dès que les couches cessent d'être masquées par le calcaire d'eau douce, comme à Etrépilly où le *Portunus Hericarti*, Desm., a été signalé pour la première fois, puis à Assy-en-Mulitien où les sables coquilliers du trou Saint-Pierre sont placés au-dessous des grès. Les communes de Thury, Betz, Macquelines, Puisieux, Brégy, etc., offrent encore la continuation des mêmes assises arénacées qui ont été observées au S., jusque dans les travaux du canal de l'Ourcq, près de Fresnes.

Les blocs de grès que l'on aperçoit au-dessus de Vauciennes, sur la rive gauche de l'Autonne, les sables de Lévignen et de Gondreville, presque toujours recouverts jusqu'à Nanteuil-le-Haudouin par le calcaire, ne sont que le prolongement du groupe dont nous nous occupons. Dans cette dernière localité, le calcaire sableux avec *Oliva mitreola*, Lam., *Cytherea elegans*, id., etc., repose sur les sables et les grès que l'on peut suivre par la vallée de la Nonette jusque près de Senlis, et qui occupent les deux plateaux entre lesquels se trouve resserré le vallon d'Ermenonville. Les environs de Crespy-en-Valois, les buttes de Rozières, d'Ormoy-esmy-les-Champs et de Montépilloy, comme celles de Vérines, appartiennent aux grès et sables moyens.

Le monticule de Montmélian, où l'on a vu le gypse exploité au-dessous des marnes, est couronné par les sables et la meulière supérieurs, tandis qu'à sa base les sables et les grès moyens apparaissent sous un calcaire marneux avec Lymnées, pour s'étendre au N. et

constituer les buttes de la Chapelle-en-Serval, de Thiers, de Plailly, etc. Dans celles dites des *Clochettes* le calcaire marin, qui recouvre les grès sur une épaisseur de quelques décimètres seulement, est rempli de fossiles qui ont pénétré dans le banc de grès sous-jacent lorsqu'il était encore à l'état de sable. Le calcaire lacustre se voit un peu au-dessus dans les fossés du chemin de Mortefontaine. Ces collines basses se prolongent à l'O. vers Luzarches, et sont coupées par la route de Paris à Senlis, entre Louvres et la Chapelle. Le calcaire marin coquillier se montre à Guespelle, presque à la surface du sol, et l'on peut reconnaître l'analogie de la coupe de Villeron avec la partie inférieure de celle de Pavant. A la descente de Vaudherland, les grès sont recouverts de marnes à silex dépendant du calcaire siliceux inférieur. Dans les bois de Champlâtreux, M. de Sénarmont (1) assigne aux sables moyens une épaisseur de 20 mètres, et elle serait de 25 à 30 autour de Beaumont.

Le plateau qui sépare la vallée de l'Oise de celle de la Nonette, entre Pont-Sainte-Maxence et Senlis, a pour base le calcaire grossier reposant sur les sables inférieurs. Au-dessus du calcaire grossier sont des marnes sableuses, d'un vert glauque, exploitées autour du village de Fleurines, et que l'on pourrait confondre au premier abord avec des marnes du gypse. Mais M. Graves (2) a constaté qu'elles étaient subordonnées au sixième groupe, où elles forment des amas isolés plus ou moins considérables. Plus haut viennent les assises continues de sable siliceux blanc avec des traces de bois charbonnés, recouvertes à leur tour par les grès disposés en grands rognons aplatis. Ces sables et ces grès moyens sont surmontés, à la butte de Saint-Christophe et mieux encore à celle du mont Pagnotte, par les assises représentant les cinquième, quatrième et troisième groupes, de sorte que la coupe de cette dernière colline au bord de l'Oise reproduit exactement, d'abord celle que nous avons tracée à 16 lieues plus à l'E., de Flagny à Pavant sur le bord de la Marne, et ensuite celles de la colline de Tarteret à la Ferté-sous-Jouarre, de la haute forêt de Villers-Cotterets au fond de la vallée de l'Autonne, de la butte de Montmélian à la rivière de la Thève, etc.

Au pied de la butte d'Ecouen, à l'O. et au N.-O. près d'Ezanville, la disposition des sables et des grès moyens coquilliers

(1) *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, in-8. p. 232. 1844.
(2) *Loc. cit.*, p. 469. 1847.

sous le calcaire lacustre est de la plus parfaite évidence, de même qu'au-delà de Moisselles et à la descente de Mafliers. Le calcaire lacustre y repose sur les sables et les grès accompagnés par place d'un lit mince de calcaire marin. Nous nous bornerons à rappeler ici le rapport intime de ces deux gisements avec celui des grès de Beauchamp et de Pierrelaye, placés au pied des collines gypseuses de Montmorency et de Cormeilles, que surmontent les sables et la meulière supérieurs. Ce rapport avait été d'ailleurs parfaitement établi par Alex. Brongniart qui avait aussi réuni à ce groupe les grès placés dans la colline de Triel, entre le gypse et le calcaire grossier, de même que ceux qu'a signalés M. C. Prévost aux environs de Pontoise, à Osny, Sergy, Marcouville, etc. Les grès et poudingues coquilliers de Valmondois et d'Auvers en sont encore un lambeau très remarquable par le grand nombre d'espèces fossiles qu'ils ont offertes aux recherches de M. Deshayes, et dont les principales se retrouvent dans les localités déjà signalées. Les cailloux roulés s'y rencontrent comme à Pierrelaye et à Beauchamp, et l'on y remarque des traces de coquilles perforantes dans des fragments de calcaire lacustre. Cette circonstance, observée sur d'autres points à l'E., avait été donnée comme une preuve que ces dépôts devaient appartenir aux sables et grès supérieurs, mais nous avons fait voir qu'il existait de véritables couches d'eau douce subordonnées aux marnes du calcaire grossier et par conséquent antérieures aux sables moyens.

Ces derniers se montrent aussi sur le plateau de Saint-Leu, à l'ouest de Creil, sur celui de Gondicourt, et ils sont continus dans les parties hautes des cantons de Méru et de Chaumont. Au nord de Marines, les villages de Monneville, de Neuville-Bosc, de Chavençon, etc., sont bâtis sur ces mêmes sables qui sortent de dessous les marnes du calcaire siliceux, et reposent sur le calcaire grossier de Gypseuil et de Marquemont. Les fossiles de ces localités renferment beaucoup d'espèces qui leur sont propres, comme nous en avons signalé aussi vers l'extrémité orientale du bassin, dans les collines de Saint-Martin (Aisne). Les environs de Liancourt, de Saint-Pierre, sont également recouverts de sable, et autour de Bouconvilliers, les coquilles roulées se trouvent en prodigieuse quantité. Les galets mélangés au sable s'observent vers Lierville, Branchu et le Fayel, puis à Hadancourt-le-Haut-Clocher. De la colline de Sérans à Montjavoult et autour de ces monticules, les sables et les grès sont encore continus.

M. Graves (1), qui a étudié ce groupe avec beaucoup de soin dans le département de l'Oise où nous venons de le suivre, y a établi plusieurs divisions que nous n'avions pas reconnues et que nous devons indiquer, bien qu'avec quelque doute, parce qu'il ne semble pas y avoir assez de coupes où leurs caractères s'observent à la fois, et que nous avons cru apercevoir dans ces diverses couches des passages latéraux et des modifications locales, plutôt qu'une véritable superposition. Pour l'auteur (p. 430), le groupe des sables et grès moyens est composé d'une assise fossilifère inférieure, d'une assise puissante de sable mêlé de grès, et vers le haut, d'une deuxième assise coquillière avec des grès en bancs fort étendus. Il y comprend, en outre, comme lits subordonnés, des marnes argilo-sableuses verdâtres.

Le dépôt fossilifère inférieur repose sur les marnes du calcaire grossier et consiste surtout en une marne argileuse et sableuse rougeâtre. On y trouve un grand nombre de fossiles du calcaire grossier et des coquilles propres ou qui ne se sont encore rencontrées que dans cette assise, telles que *Cerithium tuberculosum*, Lam., *C. trochiforme*, Desh., *C. cuspidatum*, id., *C. Hericarti*, id., *C. crispum*, Defr., *Conus scabriculus*, Brand., *Voluta Branderi*, Defr., *V. digitalina*, Lam., *Turritella sulcifera*, Desh., *Ampullaria ponderosa*, id., *Chama turgidula*, Lam., *Venericardia cor-avium*, Lam., *Cytherea rustica*, Desh., *Corbula umbonella*, Desh., *Venerupis globosa*, id., *Sanguinolaria Lamarckii*, id. La *Lenticulites variolaria*, Lam., serait seulement caractéristique de cette partie inférieure et non de tout le groupe, comme nous l'avions pensé. Quelques autres espèces, qui apparaissent ici pour la première fois, se continuent dans la couche fossilifère supérieure. Dans la plupart des cas, le dépôt argileux et les coquilles ont été remaniés, et celles-ci sont brisées et roulées au milieu des cailloux, qui sont des silex provenant de la craie. et parmi lesquels on trouve, sur les anciennes plages, des fossiles de la glauconie inférieure et de l'étage des lignites.

Au-dessus de cette assise les sables sont sans fossiles, très purs et d'un beau blanc. Leur développement a lieu du N. au S., et c'est dans l'arrondissement de Senlis qu'il est le plus prononcé. Les grès se montrent vers la partie moyenne de l'assise sableuse, deviennent plus nombreux en s'élevant, et vers le haut

(1) *Loc. cit.*, p. 429.

couronnent toute la masse de bancs continus. La seconde assise fossilifère se trouve, d'après M. Graves, immédiatement sous les bancs de grès. Quelquefois les fossiles sont dans les grès et même au-dessus, et c'est dans cette dernière circonstance que se montreraient les calcaires marins, dont nous avons parlé à l'E., dans la vallée de la Marne et dans celle de l'Ourcq. Généralement, les fossiles sont encore ceux du calcaire grossier, mais de dimensions moindres. Les espèces propres à ce niveau sont (p. 435) *Cerithium bicarinatum*, Lam., *C. mutabile*, id., *C. cinctum*, id., *C. echinoides*, id., *C. conoideum*, id., *C. thiara*, id., *C. denticulatum*, id., *C. Cordieri*, Desh., *C. Bonelli*, id., *Cyrena deperdita* id., *Venus turgidula*, id., *Fusus subcarinatus*, Lam., *Natica lineolata*, Desh., *Oliva Laumontiana*, Lam., *O. Marmini*, Mich., *Trochus monilifer*, Lam., *Ancillaria inflata*, Desh., *Voluta labrella*, Lam., *Ostrea cubitus*, Desh., *Donax Basterotina*, id., *Perna Lamarckii*, id., *Pagurus Hericarti*, Desm. (1).

Peut-être ces divisions adoptées par M. Graves ne seraient-elles pas complétement applicables à tout l'ensemble du groupe et seraient-elles plutôt géographiques que stratigraphiques. Ainsi l'assise fossilifère inférieure se trouve particulièrement au-delà de l'Oise, et l'assise des sables et des grès dans l'arrondissement de Senlis. Mais au N. et à l'E., dans les départements de l'Aisne et de Seine-et-Marne, nous ne retrouvons pas ces divisions, tandis que les bancs calcaires supérieurs y sont continus sur des étendues considérables. En outre, sur le pourtour du bassin dans ces mêmes directions, les sables et les grès sont sans fossiles, et ceux-ci n'apparaissent quelquefois qu'à une assez grande distance de cette limite, suivant la zone de l'ancien rivage que nous avons indiquée précédemment.

Les coupes, qui sont moins nombreuses vers le centre du bassin, montrent que le groupe s'amincit de plus en plus en se rapprochant de la vallée de la Seine, sur la rive gauche de laquelle il n'a plus que quelques mètres d'épaisseur. Des environs de Pontoise à Meulan (2), des grès durs, lustrés, sont enveloppés dans le sable, et des grès calcaires y forment des couches subordonnées. On en trouve des traces au nord de Mantes dans les collines de Guitrancourt, de Fontenay-

(1) Plusieurs de ces espèces ne se trouvent point dans la liste générale des *fossiles du lit supérieur*, p. 485.

(2) De Sénarmont, *loc. cit.*, p. 242.

Saint-Père, etc. Les sables et grès moyens (p. 170) accompagnent le calcaire grossier, autour d'Houdan, de Septeuil, près du bois de Beynes, à Nauphle-le-Vieux, à Maulle, Goussonville, la Goupillière, puis sur la rive droite de la Vaucouleurs, au-dessus d'Auffreville, etc. A la descente de Maulette, près d'Houdan, Alex. Brongniart avait déjà constaté la présence des sables coquilliers sous le calcaire siliceux, et leur analogie avec ceux de Pierrelaye, de Beauchamp, d'Ezanville, etc.

Autour de Paris même, ces sables ont été mis à découvert dans la tranchée du chemin de fer, à travers la plaine de Monceaux (1). Onze lits minces de sable, de calcaire marneux et de marnes alternant, et dont plusieurs renferment des coquilles caractéristiques, y représentent presque tout le groupe sur une épaisseur qui ne dépasse pas 2 mètres. Dans la tranchée du chemin de fer, entre Ville-d'Avray et Sèvres, les mêmes sables sont vus reposant sur les marnes du calcaire grossier, et recouverts par le calcaire lacustre inférieur du 5ᵉ groupe (2). Dans le forage du puits de Saint-Ouen, ils ont 10 mètres d'épaisseur, dans celui de la barrière Saint-Denis 14, dans ceux du fort de Vincennes 8 mètres et 5ᵐ,50 (3). Dans l'enceinte de la capitale leur existence est plus obscure, comme nous aurons occasion de le dire en parlant du calcaire grossier. A l'E., on peut les observer au-dessus de Saint-Maur et de Créteil plongeant à l'E. et au S., puis près de Brie-sur-Marne et de Chenevières (4). Enfin sur la rive gauche de la Seine, on les voit affleurer le long du chemin de fer de Versailles, entre la station d'Issy et le Val-Fleury, et les coupes *géologiques et topographiques* de MM. Le Blanc et Raulin nous les montrent à la base des collines du Mont-Valérien, de Ménilmontant, de Romainville, de Bicêtre et de Clamart.

M. de Sénarmont (5) a fait cette remarque intéressante que les sables moyens, comme toutes les autres couches tertiaires antérieures au calcaire siliceux, paraissent plonger vers un centre situé aux environs de Saint-Denis, et que le relèvement local qui existe autour de Louvres interrompt seul la régularité de cette pente. On a vu que plus tard, ou à l'époque du calcaire siliceux, le centre

(1) Ch. d'Orbigny, *Bull.*, vol. VII, p. 165. 1836.
(2) Ch. d'Orbigny, *ibid.*, vol. IX, p. 281. 1838.
(3) Le Blanc, *ibid.*, vol. XII, p. 312. 1841.
(4) De Sénarmont, *loc. cit.*
(5) *Ibid.*, p. 243.

du bassin se trouvait plus au S., entre Villeneuve-Saint-Georges et Brie-Comte-Robert.

Quant aux fossiles de ce groupe, nous avions émis quelques considérations que les listes de M. Graves (1) ont sans doute modifiées, quoique ce savant, par une réserve que l'on doit louer, se soit abstenu d'indiquer le nombre total des espèces connues et celles qui étaient propres aux sables moyens, ou bien communes à d'autres groupes. Cette observation s'applique également aux mollusques et aux polypiers, et pour ces derniers ses listes ne s'accordent pas tout à fait avec les documents qu'a fournis M. Michelin, dans son *Iconographie zoophytologique*. Ainsi il reste encore quelque chose à faire pour avoir une idée complète de cette faune considérée en elle-même et dans ses rapports avec celles qui l'ont précédée comme avec celles qui l'ont suivie. Nous signalerons néanmoins les espèces qui nous paraissent le plus généralement répandues dans le groupe dont nous venons de parler, et qui peuvent par conséquent servir à le caractériser.

Polypiers. *Anthophyllum distortum*, Mich., *Dendrophyllia cariosa*, id, *Astræa cylindrica*, Def., *A. panicea*, Mich., *Gemmipora asperrima*, id., *Heliopora deformis*, id., *Madrepora Solandri*, Def., *Palmipora Solandri*, Mich. — Foraminifère. *Lenticulites variolaria*, Lam. — Mollusques. *Corbula angulata*, Lam., *Cyrena deperdita*, Desh., *Cytherea cuneata*, id., *Venus solida*, id., *Venericardia complanata*, id., *Pectunculus depressus*, id., *Ostrea cucullaris*, Lam., *O. arenaria*, Desh., *Trochus patellatus*, id., *T. monilifer*, Lam., *Cerithium mutabile*, id., *C. Hericarti*, Desh., *C. thiarella*, id., *C. Cordieri*, id., *C. pleurotomoides*, Lam., *Fusus minax*, id., *F. subcarinatus*, id., *Voluta labrella*, id., *Oliva Laumontiana*, id. — Crustacé. *Portunus Hericarti*, Desm. (2).

§ 6. — VIIe Groupe. — Calcaire grossier.

1er Étage : marnes;
2e — : calcaire grossier supérieur;
3e — : calcaire grossier moyen;
4e — : calcaire grossier inférieur ou glauconie grossière.

Ce groupe composé de marnes, de calcaires marneux, de calcaires grossiers et de sables presque tous marins, est beaucoup plus déve-

(1) *Loc. cit.*, p. 480, 485.
(2) Les pattes de ce crustacé, très abondantes et presque toujours

loppé que les précédents et forme un horizon géologique plus continu et encore mieux caractérisé. Nous décrirons successivement les subdivisions ou étages que nous y avons établis (1).

1er étage. Marnes.

Les marnes ne sont à proprement parler que la continuation de l'étage suivant auquel elles se lient d'une manière assez intime. Néanmoins leurs caractères minéralogiques et la présence, sur certains points, de coquilles d'eau douce, annoncent qu'elles se sont déposées dans des circonstances qui n'étaient pas absolument les mêmes ; aussi M. Cordier, dans ses leçons orales, les a-t-il séparées du calcaire grossier supérieur, ainsi que M. Ch. d'Orbigny dans sa *Notice géologique* (2). Comme elles ont été souvent décrites aux environs de Paris, nous nous bornerons à les étudier à l'est, au nord et à l'ouest du bassin.

Elles sont peu développées encore dans le département de la Marne. Dans celui de l'Aisne (3) et plus à l'O., on y distingue souvent deux assises dont l'épaisseur totale, d'ailleurs très variable, atteint jusqu'à 18 mètres (4). L'assise supérieure, qui vient affleurer sous les sables moyens le long de la Marne (vallée du Surmelin, Nogentel, Pavant, etc.), est composée de marne d'un blanc pur, semblable à la craie, et alternant vers le bas avec des marnes verdâtres ou des calcaires compactes durs, avec *Cyclostoma mumia*, Lam. L'assise inférieure comprend deux ou plusieurs bancs de calcaire jaunâtre, peu dur, alternant avec d'autres plus solides et divisés par des lits de

---

isolées, avaient été rapportées au genre Pagure ; mais, M. La Joye ayant pu réunir toutes les parties solides de l'animal, a fait voir que c'était bien un décapode brachyure, et que les pattes appartenaient au plastron décrit et figuré par Desmarest. (*Bull.*, vol. IV, p. 427. 1834.)

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 185. 1839. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 228. 1843.

(2) *Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle.* 1835.

(3) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 228, 230 et suivante.

(4) Nous suivrons ici la classification que nous avions adoptée en 1839 dans l'*Essai sur la coordination des terrains tertiaires*, et contrairement à celle employée plus tard dans la *Description géologique du département de l'Aisne* (p. 230 et 233), où nous avons placé à tort dans le calcaire grossier supérieur les calcaires et les marnes avec lits de silex, *Cerithium lapidum*, etc., qui alternent avec des marnes à coquilles exclusivement lacustres. Cette rectification doit s'appliquer aux coupes prises dans la vallée de la Marne, dans celle de l'Ourcq, et plus au N. aux environs de Cuiry et de Lesges.

silex réguliers, parallèles, de 0m,05 d'épaisseur, et espacés de 0m,30 à 0m,40. Ces silex brun-grisâtre empâtent une grande quantité de coquilles. Au-dessus de Jaulgonne, sur la rive droite de la Marne, on y trouve des druses de chaux carbonatée inverse avec des cristaux de quartz hyalin bipyramidaux implantés.

Des deux côtés de la haute vallée de l'Ourcq, l'assise supérieure est peu épaisse, mais l'inférieure est remarquable par le nombre et la variété de ses couches. Ainsi à l'ouest de la Ferté-Milon, en face de Marolle, elle est caractérisée par le *Cerithium lapidum*, Lam., et renferme des druses de calcaire spathique jaune de miel et du quartz carrié géodique passant d'un silex brun clair ou blond au quartz hyalin cristallisé. Parfois le centre de ces masses siliceuses est d'un blanc de neige éclatant, plus ou moins celluleux, et devient ensuite calcédonieux. Dans la grande carrière de Troësnes, on voit, au-dessous des marnes de la première assise, des calcaires marneux fissiles et des marnes verdâtres avec des nodules géodiques de quartz hyalin, dans lesquels les cristaux bipyramidaux sont groupés en rose. Des calcaires marneux avec rognons de silex bruns, empâtant des moules de Paludines et de Cérites en silex blond, leur succèdent, puis viennent six autres lits de marnes et de calcaires blanchâtres avec *Cerithium lapidum* Lam., *C. pleurotomoides* id., *Cyclostoma mumia* id., et *Paludina pusilla* Desh. (1). Les champs environnants sont jonchés de plaques de silex avec des moules de coquilles et de géodes de quartz de la grosseur de la tête, composées de prismes fasciculés, et recouvertes d'un enduit calcédonieux blanc ou bleuâtre souvent à l'état d'orbicules.

Au pont Bernard, où la route de Soissons à Château-Thierry traverse l'Ourcq, on remarque, sur une hauteur de 3 mètres, des lits de marne et de calcaire alternant jusqu'à dix fois, et remplis de *Cerithium lapidum* et de *Paludina pusilla*. Le quatrième de ces lits est un calcaire marneux, grisâtre, celluleux, pétri de Lymnées, de Planorbes et de Paludines. Au-dessous de Rocourt, sur les bords du Rû-Grenier, se montrent les calcaires marno-compactes, divisés par des plaques de silex avec *Cerithium lapidum* et Paludines, et il en est de même autour de Fère-en-Tardenais. Enfin cette assise inférieure existe plus au N., au-dessus de l'église de Launois, et un peu à l'est de Cuiry-Housse, où l'on voit, sous un calcaire en pla-

(1) Dans le détail de la coupe de la carrière de Troësnes (p. 231), le calcaire grossier supérieur ne doit commencer qu'avec la couche n° 11.

quettes, dur, grisâtre et rempli de milliolites, un banc avec Lymnées, Planorbes, Paludines, *Cerithium lapidum*, et d'autres bancs avec *Cerithium echinoides*, Lam., et *C. pleurotomoides*, id.

Les plateaux qui s'étendent à l'O. vers le département de l'Oise, et qui bordent les deux rives de l'Aisne, n'offrent plus de traces de cette assise inférieure; mais la première, qui jusque là s'était montrée principalement calcaire, se charge d'alumine à mesure qu'on s'avance vers le N. Les marnes devenues argileuses donnent lieu à un niveau d'eau très constant sur les communes de Mont-Saint-Martin, de Blanzy-les-Fismes, de Barbonval, etc., et sous tout le plateau qui sépare la Vesle de l'Aisne. Elles sont au contraire plus calcarifères dans le massif de collines qui sépare la Lette de la rivière d'Ardon, et redeviennent argileuses au-dessous des sables moyens de la haute forêt de Coucy.

M. Graves (1) décrit les marnes supérieures comme constituant, dans le département de l'Oise, des amas isolés dont l'épaisseur ne dépasse pas 8 mètres, et même est en général beaucoup moindre. La composition de cet étage dans les plateaux du Valois ressemble à celle que nous avons fait connaître dans la vallée supérieure de l'Ourcq. C'est, de haut en bas et sur une épaisseur totale de 7^m,50, une marne calcaire se reliant avec la base des sables moyens, une marne grisâtre feuilletée, coquillière, une autre de teinte jaune et verdâtre avec des pseudomorphoses siliceuses de gypse lenticulaire, une marne avec des géodes de carbonate de chaux et de quartz hyalin prismé, une marne calcaire avec des veinules siliceuses et des plaques de silex remplies de moules de fossiles, enfin une marne argileuse jaune, grise ou verte, avec des rognons géodiques. Sur la rive droite de l'Oise, au nord de Compiègne, une marne argileuse bleuâtre, panachée de jaune, homogène, non stratifiée et d'une épaisseur de 14 mètres, occupe le plateau de la ferme d'Attiche.

Plus à l'O. les marnes ne paraissent exister d'une manière bien distincte que dans l'espace compris entre les collines de Neuville-Bosc et de Montjavoult, puis entre celle-ci et la molière de Sérans. Des calcaires durs les remplacent au-dessus des carrières de Montagny. Entre Sérans, Hadancourt-le-Haut-Clocher et les limites des départements de l'Oise et de Seine-et-Oise, cet étage a les mêmes caractères et la même épaisseur qu'aux environs de Crespy-en-Valois. Les fossiles marins sont, dit M. Graves, ceux que l'on trouve dans

(1) *Loc. cit.*, p. 121.

les bancs de calcaire grossier qui alternent avec les premières couches de marnes. Les parties moyennes de ces dernières n'en renferment pas; on y remarque seulement des empreintes de feuilles et de tiges de *Phyllites neriifolia*, *retusa* et *linearis* du calcaire grossier supérieur.

Dans la vallée de l'Ourcq, au contraire, on a vu que bien avant le dépôt des sables et grès moyens, les eaux douces avaient pour ainsi dire préludé au rôle important qu'elles devaient jouer plus tard à la surface de ce même sol, pendant la longue période du calcaire siliceux. On y reconnaît non seulement plusieurs des caractères pétrographiques de cette même période, mais encore des espèces fossiles qui lui sont propres et qui avaient dû cesser de vivre ou s'être perpétuées ailleurs durant la formation exclusivement marine des grès et sables moyens. Ce ne sont pas d'ailleurs uniquement des dépôts fluvio-marins ou d'embouchure, mais sur beaucoup de points de véritables sédiments d'eau douce. En admettant cependant que le *Cerithium lapidum* ait vécu avec la prodigieuse quantité de Paludines, de Planorbes et de Lymnées que ces couches renferment parfois, on doit admettre aussi que les eaux douces étaient à une bien faible distance de la mer et presque au même niveau, car on trouve dans des bancs en contact immédiat avec les précédents des espèces et des genres que l'on ne peut pas regarder encore comme ayant vécu ailleurs que dans des eaux salées ou très saumâtres. La position de ces couches lacustres, relativement aux marnes sans fossiles et aux sables moyens, ne laisse pas plus d'incertitude que leur liaison avec la puissante série marine du calcaire grossier, et d'un autre côté la silice qui y est si répandue, et qui s'y présente sous des formes si variées, n'est pas non plus une circonstance moins propre à distinguer cet étage des couches qui le recouvrent que de celles sur lesquelles il repose.

Aux environs de Paris, où il est connu sous le nom de *calcaires fragiles* et de *caillasse*, il a été décrit depuis longtemps comme une dépendance du calcaire grossier supérieur, et ses caractères ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous venons de mentionner.

2e étage. Calcaire grossier supérieur.

Le calcaire grossier supérieur, que l'on a aussi nommé *calcaire à Cérites* à cause de la grande quantité de coquilles de ce genre qu'il renferme dans certaines localités, n'est pas toujours facile à séparer du calcaire grossier proprement dit, et sa puissance est beaucoup moindre. Il est en général composé de lits minces et nombreux

d'un calcaire solide, blanc-jaunâtre, souvent en dalles et alternant, surtout vers le haut, avec des marnes calcaires blanchâtres ou des calcaires marneux. Sur la plupart des plateaux du nord et de l'ouest, il n'est plus représenté que par un calcaire blanc, fissile, de 2 à 3 mètres d'épaisseur, se désagrégeant très facilement en un sable calcaire plus ou moins coquillier (1). Il ne prend en général une certaine importance et les caractères qui lui sont propres que lorsque l'assise inférieure des marnes manque, ou s'amincit, et que le calcaire grossier moyen, ayant acquis lui-même tout son développement, est régulièrement stratifié. Ainsi sur les flancs des vallées du Petit-Morin, de la Marne et d'une partie de celle de l'Ourcq, le calcaire grossier supérieur ne peut être bien séparé des calcaires sous-jacents, massifs, irréguliers, et qui ne donnent nulle part de bonnes pierres de taille. Près de la Ferté-Milon, malgré la présence des couches de mélange, le calcaire grossier moyen devient mieux stratifié, et le supérieur, exploité vers le bas de la grande carrière de Troësnes, y fournit la plus belle et la meilleure pierre d'appareil de tout le bassin.

Sur les deux rives de l'Aisne, le second étage n'est représenté, comme nous venons de le dire, que par un banc de 1m,50 à 2 mètres d'épaisseur, d'une roche calcaire grossièrement fissile, se réduisant en un sable calcaire et formant le ciel de toutes les carrières ouvertes dans l'étage sous-jacent. Au nord-est de Pargnan les fossiles sont assez nombreux et les roches sont des bancs calcaires, minces, durs et solides. On y trouve beaucoup de coquilles au-dessus de Craonelle et plus haut avant d'atteindre le tertre du moulin de Vauclerc. Le calcaire grossier supérieur occupe encore les plateaux qui dominent Ailles et Pargny et celui qui sépare la vallée de l'Aisne de celle de la Bière. Les bancs avec *Cerithium pleurotomoides*, Lam., se prolongent vers la partie occidentale de ce dernier, et les carrières d'Aubigny, si riches en fossiles, celles de Sainte-Croix, de Bruyères, de Montchâlons, de Chéret et de Bièvre, sont remarquables par la multiplicité et la régularité parfaite des lits minces, alternativement solides et friables que l'on y exploite. Sur une épaisseur de 5 mètres on compte jusqu'à 25 de ces lits, dont les plus durs fournissent une pierre de *liais* fort estimée. Au-dessous, le banc de cal-

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240. 1835. — *Ibid.*, vol. X, p. 190. 1839. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 233. 1843.

caire fissile, blanc et friable, repose sur le calcaire grossier moyen.

Vers l'O, dans le département de l'Oise, M. Graves (1) n'a point séparé dans sa description le calcaire grossier supérieur des étages sous-jacents, parce qu'en effet il y a souvent un passage des uns aux autres, mais il les distingue toujours par leurs caractères généraux, de manière à n'être jamais incertain sur le véritable niveau des couches qu'il décrit. Ainsi sur la rive droite de l'Oise, au sud de Canectancourt, le second étage ou calcaire à Cérites est bien reconnaissable, de même qu'entre l'Aisne et l'Autonne. La rampe de la grande route à la descente de Vauciennes le montre composé, sur une hauteur de 7 mètres, de lits alternativement durs, fissiles et marneux. Dans le canton de Crespy, il n'est pas moins continu autour des tertres de Montigny et d'Haudrival. Les environs de Baron, de Versigny, de Borest et de Montlévêque, offrent des alternances de lits tendres et solides avec *Cerithium lapidum*, semblables à celles décrites au N.-E.; mais c'est surtout dans le plateau situé au nord de Senlis que ces bancs sont le mieux caractérisés et donnent lieu à des exploitations considérables.

On suit leurs représentants plus ou moins modifiés sur les bords de l'Oise comme sur ceux de la Thève, dans le massif qui sépare le Thérain de la Brèche; et en descendant la vallée de la Troëne, les plateaux qui bordent sa rive gauche à Vivray, à Liancourt, et qui se prolongent jusqu'au-dessus de Chambors, sont occupés par le calcaire grossier supérieur. Dans cette dernière localité surtout, la disposition des bancs minces réguliers est encore parfaitement identique à celle que nous avons signalée sur les plateaux à 35 lieues au N.-E. et sur une multitude de points intermédiaires. En se dirigeant au S. vers la Seine, on retrouve constamment des couches parallèles à celles que nous venons d'indiquer dans la partie nord du bassin. Ainsi on les observe dans le massif qui s'étend de Chars à Guitrancourt et à Limay près Mantes, à Beynes près de Grignon, et autour de Paris où elles ont été décrites par Alex. Brongniart (2).

Cet étage atteint une altitude de 180 mètres au nord de Noyon,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 305 et suiv.

(2) Voyez aussi : Ch. d'Orbigny, *Notice géol. sur les environs de Paris.* (*Dictionn. des sc. naturelles.* 1838.) — E. Robert : *Dents et coprolithes de sauriens ; ossements de Lophiodon, de Crocodile et de Tortue, accompagnés de graines de Chara, dans la partie supérieure du calcaire grossier de Passy. Nouvelles considérations étiologiques*

et de 209 mètres à Aubigny, à l'est de Laon. Ce dernier point est, après les garennes de Montchâlons, situées à une lieue au N.-O., et où les marnes atteignent 216 mètres, le plus élevé de tout le septième groupe du bassin de la Seine, d'où il s'abaisse vers le S. avec le reste du terrain tertiaire. Les fossiles de la classe des mollusques n'y présentent pas, si ce n'est à Aubigny, des espèces ni des genres très variés, mais les individus y sont extrêmement nombreux. Les plus caractéristiques sont : *Lucina saxorum*, Lam., *Cyclostoma mumia*, id., *Cerithium lapidum*, id., *C. cristatum*, id., *C. echinoides*, id., *C. Prevosti*, Desh., *C. Gravesi*, id., *C. pleurotomoides*, Lam., *C. denticulatum*, id., *C. contiguum*, id.

3e étage. Calcaire grossier moyen.

Le calcaire grossier moyen, ou calcaire grossier proprement dit, est, des quatre divisions que nous avons établies, celle dont les caractères et le niveau géologique sont le plus connus; aussi, malgré sa plus grande importance comparative, nous bornerons-nous à quelques généralités sur sa distribution et sur ses principales modifications dans les parties du bassin qui avaient été le moins étudiées.

A l'E., le calcaire grossier commence à se montrer sous des rudiments de marnes et de sables moyens que recouvre le calcaire lacustre du plateau de la montagne de Reims, à la limite des bois et des vignes, suivant une ligne qui, prenant au-dessus et un peu à l'ouest de Cumières, aboutirait à Montaneuf, sur le versant nord entre Chamery et Sermiers (1). La célèbre localité de Courtagnon se trouve un peu en dedans ou à l'ouest de cette limite. L'épaisseur de l'étage qui repose ici sur la craie, comme à Boursault sur la rive gauche de la Marne, n'est d'abord que de quelques mètres, mais elle augmente rapidement lorsqu'on s'avance vers l'O. en suivant les deux versants de la montagne. Plus loin, les bancs plus ou moins nombreux affleurent à différents niveaux, d'abord sur la rive droite du Petit-Morin, près de Montmirail; puis dans les vallées de la Marne, de l'Ourcq, de la Vesle, de l'Aisne et de la Lette, en se relevant successivement jusque dans les collines situées à l'ouest de Laon.

La plus grande épaisseur du calcaire grossier paraît se trouver entre la vallée de l'Aisne et celle de la Lette, et ce renflement, que

---

relatives aux gisements ossifères de cette localité et de Nanterre. (*Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 235. 1844. — *Soc. philomatique de Paris*, 9 avril 1842.) — Petite espèce de *Paleotherium* dans le calcaire grossier de Nanterre. (*Bull.*, vol. VI, p. 139. 1835.) — Ch. d'Orbigny, *Bull.*, vol. XIII, p. 349. 1842.

(1) D'Archiac, *Bull*, vol. X, p. 187. 1839.

l'on peut observer à la montée de Crouy au nord-est de Soissons comme sur le versant septentrional du même plateau à Pargny, à Chavignon, etc., se continue vers l'O. où l'on en trouve encore des traces entre Ville et Canectancourt au sud-ouest de Noyon. Il est en général indiqué par cette circonstance que le banc de *Nummulites lœvigata*, qui occupe un niveau constant à la base du calcaire grossier et au contact même de la glauconie grossière, repose sur des bancs de calcaire grossier que nous avons appelés *bancs supplémentaires*. Ceux-ci auraient en quelque sorte comblé des dépressions locales que présentait la surface du groupe précédent, et le banc de Nummulites semble accuser le rétablissement du niveau général. Cette disposition se voit particulièrement en montant aux carrières de Brie (Aisne), où il y a deux étages de galeries d'exploitation séparées par le banc des Nummulites, et au-dessus de Canectancourt (Oise), où le calcaire grossier, quoique très puissant et divisé en deux assises par le banc des Nummulites, n'atteint pas une altitude de 140 mètres. Les *bancs supplémentaires* sont ici remplis de moules de coquilles les plus caractéristiques du calcaire grossier moyen.

Étudié sur une étendue de 22 lieues du S. au N., depuis son affleurement, près de Montmirail, jusqu'aux collines situées entre Noyon et Villequier-Aumont, cet étage offre des caractères assez différents relativement à la texture et à la structure de la roche. Son degré de dureté, sa solidité et son mode d'agrégation ne sont pas toujours non plus en rapport avec les variations qu'éprouvent les divers éléments constituants, et il n'y a pas de zone tranchée pour ces modifications. La prédominance du sable siliceux sur le calcaire s'observe aussi bien à Bourg sur les bords de l'Aisne, qu'à Crécy-au-Mont sur ceux de la Lette au N., ou encore à la Ferté-Milon et à Montreuil-aux-Lions vers le S. Il en est de même de la structure tuberculeuse, de la structure massive, de la stratification régulière, etc.

Les caractères tirés de la répartition des corps organisés fossiles ont plus de régularité et de fixité. Ainsi les bancs supérieurs sont ceux qui renferment le plus petit nombre de moules ou d'empreintes; ceux du milieu, exploités en général par des galeries, partout où la solidité de la roche et sa structure le permettent, sont caractérisés par les moules de *Cerithium giganteum*, Lam.; enfin ceux du bas sont remplis d'une prodigieuse quantité de fossiles. Entre la rive gauche de la Marne et le Petit-Morin ces bancs inférieurs sont presque toujours à l'état de sable calcaire, et le test des coquilles est d'une

conservation parfaite (Pavant, Nogent-l'Artaud, Chézy-l'Abbaye, Saint-Eugène, Condé, Montmirail). La *Nummulites lævigata* ne s'y montre point encore, et commence seulement à paraître sur la rive droite de la Marne. En même temps le test des autres coquilles, excepté à Jaulgonne, n'existe plus dans ces couches qui ont acquis une grande solidité. A mesure que l'on s'avance vers le N. les Nummulites se multiplient dans cette partie inférieure de l'étage, sans que les autres coquilles y soient moins répandues, et c'est surtout dans le massif dominé par la haute forêt de Coucy que cette accumulation des Nummulites est le plus remarquable; aussi avait-elle frappé l'immortel auteur du *Voyage dans les Alpes* (1) lorsqu'il parcourait il y a quatre-vingts ans cette partie de la France. Vers l'E., au contraire, ce fossile diminue, et il ne forme plus de bancs suivis dans le département de la Marne (2).

Le calcaire grossier moyen est encore bien développé dans une grande portion du département de l'Oise, surtout des deux côtés de la vallée entre Pont-Sainte-Maxence, Creil et Saint-Leu dont les carrières sont depuis longtemps célèbres par la qualité et la dimension des pierres que l'on y exploite. Les détails donnés par M. Graves (3) confirment ce que nous venons de dire des caractères généraux de cet étage; partout il est caractérisé par le *Cerithium giganteum* à sa partie moyenne, et tout à fait à la base par la *Nummulites lævigata*, laquelle, lorsqu'on s'avance vers le N.-O., ne forme plus un banc continu aussi nettement limité qu'au N.-E. Le plateau qui sépare la vallée de la Viosne de celle de la Seine,

(1) vol. I, p. 337. (Ed. de Genève 1786.)

(2) Sur la frontière de la France et de la Belgique, la montagne de Cassel nous a présenté, au-dessous des sables et des grès ferrugineux que nous avons rapportés au groupe précédent, une couche d'argile sableuse panachée de gris et de jaune, une seconde couche argilo-sableuse avec des points verts, exploitée pour la grande briqueterie; puis un sable glauconieux avec des rognons de grès disséminés dans la masse et qui renferment des Huîtres (*O. flabellula*, Lam.), des moules de *Cerithium giganteum*, déjà signalés par M. Élie de Beaumont, *Turritella imbricataria*, Lam., *Cardium porulosum*, id., des Lenticulites, des Corbules, des Tellines indéterminables et des dents de *Lamna*. Nous pensons avec le célèbre géologue que nous venons de citer que ces couches, dont l'épaisseur est de 10 à 12 mètres, peuvent représenter le groupe du calcaire grossier. Toutes les assises coquillières et sableuses placées dessous appartiendraient aux sables inférieurs (*anté*, p. 497).

(3) *Loc. cit.*, p. 310 et suivantes.

Brongniart. L'épaisseur et le nombre des bancs ne sont pas moins variables que la composition de la roche.

Les lits qui succèdent aux précédents sont minces, formés d'un calcaire jaunâtre ou grisâtre, dur, sub-compacte, mélangé de points verts et alternant un certain nombre de fois avec des lits de calcaire arénacé ou friable de la même teinte; quelquefois ces bancs assez épais atteignent ensemble 6 à 7 mètres de puissance (Crouy et Juvigny, près de Soissons). A Vaurot, au nord de la même ville, la glauconie grossière, sur une hauteur de 4^m,50, est formée de rognons tuberculeux, poreux, légers, grisâtres, enveloppés dans un sable de même couleur; tandis qu'au-dessous de Glamecy le même étage, exclusivement sablonneux, est de moitié moins épais. Ces quatre localités, prises dans un rayon de moins d'une lieue, offrent ainsi la glauconie grossière sous trois aspects différents, relativement à sa puissance, à sa composition et à sa structure, quoique sur ces divers points sa position, entre le banc des Nummulites et les glaises qui couronnent le groupe des sables inférieurs, soit partout d'une évidence parfaite. Autour de la colline de Laon, comme à la descente de Vauciennes, au sud de Villers-Cotterets, le même étage est encore bien développé.

Dans la partie occidentale du département de l'Aisne, dans toutes les collines qui bordent l'Oise de Noyon à Beaumont, sur les flancs des vallées qui débouchent dans celle de l'Oise, et jusqu'au-delà de Gisors (Eure), la glauconie supérieure renferme de nombreux rognons disséminés dans un sable glauconieux et ferrugineux. Ces rognons, de forme et de grosseur variables, sont quelquefois alignés comme les silex de la craie. Ils sont généralement composés de calcaire et de sable fin en proportions égales, de grains verts et d'une petite quantité de matière argileuse. Tantôt ils sont grisâtres, légers et poreux, tantôt le calcaire qui les cimente manifeste une tendance à cristalliser, et malgré leur composition hétérogène ils présentent dans la cassure des reflets miroitants. Leurs couleurs sont le gris verdâtre ou jaunâtre, quelquefois le rouge vif ou le jaune d'ocre (entre Fourdrain et Coucy, Aisne; Noyon, Oise). Les cavités des rognons sont, sur ces derniers points, tapissées de calcaire spathique jaune pâle, lamellaire, fibreux ou fasciculé. Une variété, blanchâtre à l'intérieur et rugueuse ou mamelonnée au dehors, ne nous a point présenté une composition sensiblement différente des autres rognons recueillis dans les mêmes localités (Verberie, Vaux près Chaumont, Oise).

Au-dessus de Saint-Vaast et de Saintines, près de Verberie, toute la masse des sables glauconieux est solidifiée et donne lieu à des bancs irréguliers de grès calcaires verdâtres, assez durs et d'une épaisseur totale de 9 à 10 mètres. A Pont-Sainte-Maxence, il en est de même au-dessous du calcaire grossier moyen. Sur d'autres points (entre Valmondois et Pontoise) la glauconie est d'un vert noir, sans mélange de calcaire ni de grains de quartz. Lorsque les rognons tuberculeux sont très développés, on remarque au-dessous l'absence des *lits coquilliers* des sables inférieurs (Chauny, Noyon, Compiègne, Clermont, localités placées sur la lisière du groupe). Dans quelques cas on observe une sorte de passage entre toutes les couches sableuses inférieures au calcaire grossier (Jonquières, Canly, etc., Oise). A Chaumont, le lit supérieur renferme comme on sait une grande quantité de fossiles dont plusieurs s'y trouvent exclusivement (1). Il est immédiatement recouvert par le calcaire grossier blanc, friable et très coquillier, niveau du *Cerithium giganteum*, tandis qu'au-dessous se voient les rognons tuberculeux.

On a constaté par des sondages l'existence de la glauconie sous le calcaire grossier au nord de Paris, mais elle y est réduite à quelques décimètres d'épaisseur. Sur la rive gauche de la Seine, elle passe insensiblement au calcaire grossier dont les premiers lits (*banc Saint-Jacques*) sont plus ou moins glauconieux. Elle y repose presque toujours (Meudon, Vaugirard, Montrouge, Gentilly, etc.) sur l'argile plastique, les étages intermédiaires ayant disparu ou n'y présentant que des rudiments à peine reconnaissables (2).

Quoique cet étage semble terminer la longue série arénacée qui a précédé le dépôt des couches calcaires, nous avons cru devoir le réunir à ces dernières à cause de l'identité des fossiles et du rapport de tous ces strates qui, dans beaucoup de cas, passent les uns aux autres, tandis que la liaison est moins évidente, soit avec les *lits coquilliers*, soit avec les glaises et les sables qui les en séparent quelquefois. Ainsi que l'a fait observer M. Graves (3), qui a admis

---

(1) Graves, *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 397.

(2) Voyez aussi : Virey, *Détail des couches traversées jusqu'à la profondeur de 30 mètres dans un puits ouvert à la partie supérieure de la Montagne Sainte-Geneviève.* (*L'Institut*, 16 mars 1836.) — Ch. d'Orbigny, *Coupe d'un puits creusé à la barrière Fontainebleau.* (*Bull.*, vol. VII, p. 134. 1836.)

(3) *Loc. cit.*, p. 305.

avec nous la nécessité de distinguer la glauconie grossière, malgré ses rapports minéralogiques avec les sables inférieurs et ses rapports paléontologiques avec le calcaire grossier (1), il n'y a point d'espèces fossiles qui caractérisent particulièrement cet étage. La plupart de celles qu'on y observe se retrouvent au-dessus dans le calcaire grossier moyen, et celles qui s'y montrent exclusivement ne sont pas assez répandues pour être regardées comme réellement caractéristiques. Les *Turbinolia elliptica*, Lam., *T. Gravesi*, Mich., la *Lunulites radiata*, Lam., et le *Pygorhynchus Grignonensis*, Ag., paraissent y être les espèces les plus constantes.

Le groupe du calcaire grossier tel qu'il vient d'être décrit se trouve naturellement limité entre celui des sables et grès moyens et celui des sables inférieurs. Les quatre subdivisions que nous y avons tracées, quoique se liant entre elles par une stratification continue, sont assez bien caractérisées pour être facilement reconnues partout où elles existent, et leurs caractères pétrographiques suffiraient seuls pour les distinguer quand même la distribution des fossiles ne s'y joindrait pas. Toutes ces couches se sont donc déposées pendant une même période de tranquillité, où seulement de faibles perturbations dans la profondeur des eaux et dans la direction des courants marins ont occasionné les différences et les divers accidents que nous avons signalés.

La plus grande épaisseur du septième groupe ne dépasse pas 25 mètres, ce qui tient à ce que les quatre étages qui le composent n'acquièrent pas leur maximum de puissance sur les mêmes points. En général cette grande épaisseur et la distinction la plus prononcée des divers étages, se trouvent comprises dans une zone de 8 lieues de large sur 45 de long, dirigée du S.-O. au N.-E., de Vetheuil, au nord de Mantes, au plateau d'Aubigny, à l'E.-S.-E. de Laon. On a vu qu'à l'E. le calcaire grossier s'amincissait pour se terminer en mourant entre les couches très réduites qui dépendent des sables inférieurs et le calcaire lacustre moyen; au N. et au N.-O., au contraire, il forme des escarpements abruptes qui couronnent les plateaux élevés et profondément découpés, dont les sables inférieurs occupent la base; à l'O., dans les cantons d'Houdan et de Montfort, les divers étages réduits à l'état de sable ne sont plus distincts. Ils recouvrent l'argile plastique un peu au-dessous de Nauphle-le-Vieux, et aux environs d'Houdan ils se terminent en coin entre l'argile

---

(1) *Loc. cit.*, p. 283.

plastique et le calcaire lacustre moyen, absolument comme à l'E. dans le département de la Marne. La limite méridionale du calcaire grossier qui s'enfonce à peu de distance de Paris sous le cinquième groupe nous sera révélée tout à l'heure par les sondages exécutés dans les vallées de la Marne et de la Seine, en amont de la capitale.

L'allure générale des couches présente les résultats suivants. Dans la partie orientale du bassin l'inclinaison du N. au S., inclinaison à laquelle participent tous les groupes tertiaires, est facile à constater (1); cependant on doit remarquer qu'elle ne devient sensible que depuis la ligne de partage des eaux de l'Ourcq et de l'Aisne. En effet, dans la vallée du Petit-Morin, près de Montmirail, les marnes du calcaire grossier ont une altitude de 134 mètres comme au-dessus de Château-Thierry, et il y a probablement une dépression de leur niveau dans la vallée de l'Ourcq, puisque au-dessus d'Oulchy-le-Château elles ne sont qu'à 117 mètres. Les altitudes des divers points du plateau au midi de Soissons varient entre 140 et 166 mètres; celles des plateaux au nord de l'Aisne, entre 150 et 200 mètres; le calcaire grossier supérieur atteint 209 mètres à Aubigny, et les marnes 216 dans les garennes de Montchâlons, sur le même plateau. La moyenne du relèvement entre Oulchy-le-Château et ces derniers points, sur une étendue en ligne droite N.-E., S.-O. d'environ 44 kilomètres ou onze lieues, peut être évaluée à 88 mètres, ce qui donne une pente de 0°6′52″.

Une coupe N., S. du plateau de Grandrû au nord de Noyon (altitude, 180 mètres) à Meaux donnerait une inclinaison sensiblement égale, la différence de niveau étant de 134 mètres entre ces deux points distants d'environ 15 lieues, circonstance qui justifierait la dépression que nous avons supposé correspondre à la haute vallée de l'Ourcq. L'inclinaison du plateau de Senlis aux environs de Paris, sur la rive droite de la Seine, est plus faible de moitié lorsqu'on ne considère que les parties du groupe qui constituent la surface du sol. Sur la rive gauche de la Seine les couches plongent au contraire très faiblement au N., vers le thalweg de la rivière, et depuis les parties les plus éloignées à l'O. près de Louviers, il y a également une pente vers l'E. représentée par une différence de niveau de 102 mètres sur une étendue de 18 lieues et demie; comme à l'E., entre Montmirail et

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 258. 1843.

Meaux, il y a une pente à l'O. aussi de 102 mètres sur une étendue de 12 lieues et demie, pente égale à celles d'Oulchy-le-Château à Aubigny et du plateau de Grandrû à Meaux.

La région la plus basse que forme le calcaire grossier à la surface du sol est le cap avancé qu'entoure la Seine et qui est occupé par la partie septentrionale de la forêt de Saint-Germain et le parc de Maisons. Les marnes n'y sont qu'à 30 mètres au-dessus de la mer. Sur le plateau de Conflans-Sainte-Honorine, elles sont à 44 mètres, et sur celui de Houilles à 49 ; mais nous sommes porté à regarder les sinuosités que décrit la Seine entre Charenton et Meulan comme le résultat de brisures survenues dans les assises secondaires et tertiaires, et dont la rivière suit actuellement les contours. En comparant le niveau de la basse forêt de Saint-Germain, où les marnes sont couvertes par le diluvium, à la falaise qui borde la Seine sur sa rive droite, entre Sartrouville et la Frette, on se convaincra de l'abaissement du calcaire grossier sur la rive gauche. L'absence des sables moyens qui couronnent au contraire les collines de la rive droite indiquerait de plus que les brisures se sont produites avant le phénomène diluvien qui a contribué à façonner les contours de la vallée, et qui a entraîné les sables et grès moyens dont on ne trouve plus que des blocs isolés sur la rive gauche. Nous ne faisons d'ailleurs que constater ici un genre d'accident déjà signalé dans le voisinage immédiat de Paris, à Meudon, à Vincennes, etc.

Lorsqu'on cherche à suivre l'allure souterraine du calcaire grossier, après qu'il a cessé d'affleurer sur les pentes ou au pied des collines, on arrive à reconnaître, avec M. de Sénarmont (1), que le point le plus bas qu'il atteigne, et vers lequel les couches semblent plonger de toute part, se trouve en effet au-dessous de Saint-Denis. Quoique les forages exécutés aux environs et dans l'enceinte de Paris soient fort nombreux et que l'on ait tenu note des couches traversées dans chacun d'eux, la difficulté de déterminer les caractères des roches ramenées par la sonde et le manque d'examen suffisant des échantillons ne nous permettent pas de présenter une détermination aussi rigoureuse que nous l'eussions désiré de la disposition de ces mêmes couches. Mais comme tous ces forages, dont nous avons extrait les détails, soit du registre manuscrit de M. De-

(1) *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, p. 243.

gousée, soit de son *Guide du sondeur* (1), ont atteint les argiles et les sables du huitième groupe, et que plusieurs même ont pénétré jusque dans la craie, on a toujours la certitude que la sonde a dépassé le niveau du calcaire grossier. Or, il résulte de tous ces documents que le calcaire grossier, non seulement diminue d'épaisseur sur la rive droite de la Seine entre Passy et Charenton, de manière à avoir été méconnu dans plusieurs des sondages exécutés dans cette partie de l'enceinte de Paris, mais encore qu'il s'y abaisse jusqu'au-dessous du niveau actuel de la mer, et que, bien qu'il se relève sur la rive gauche et y présente une épaisseur assez considérable, rien ne prouve qu'il se prolonge sous le calcaire lacustre moyen à plus de 3 lieues au sud de la capitale (2). Cette différence de niveau, dont le maximum peut être estimée à 50 ou 55 mètres, s'est produite bien avant le phénomène diluvien, qui, en agissant plus particulièrement sur la partie basse du sol, a contribué à masquer ou à altérer les effets exclusivement dus à la dislocation.

Si cette dislocation a eu pour effet d'élever les couches de la rive gauche, la différence de niveau des bancs supérieurs du calcaire grossier dans les puits de Saint-Denis et de Saint-Ouen avec ceux du plateau de Montchâlons, à l'est de Laon, serait de 218 mètres; si, au contraire, elle a produit l'abaissement de la rive droite sans affecter le massif de Passy, la différence ne serait que d'environ 150 mètres entre l'altitude de ce même plateau et celle de la plaine de Montrouge qui n'aurait pas été affectée non plus, et dans ce cas la comparaison de ces deux bords opposés du bassin n'en confirmerait pas moins l'inclinaison générale de tout le système tertiaire du N.-E. au S.-O. Or, il est facile de voir que cette dernière disposition ne peut être due qu'à un relèvement en masse ou à une large flexion de la partie nord-est des bords du bassin; car, d'une part, les caractères des couches et des fossiles prouvent que, dans presque toute son étendue, les sédiments contemporains se sont déposés sous des pro-

(1) In-8, avec atlas. Paris, 1847.

(2) En remontant la vallée de la Seine les forages de Crosne, de Champrosay, de Soisy-sous-Etiolles, de Corbeil, d'Essonnes, de Saint-Michel, etc, n'ont fait connaître aucune trace de calcaire grossier entre le calcaire lacustre moyen et les argiles aquifères qui dépendent du 8e groupe; aussi, jusqu'à un examen plus attentif des faits, doit-on regarder les indications des couches marines du 7e groupe dans les forages de Mondeville et d'Étampes, comme le résultat de quelque méprise.

fondeurs d'eau peu différentes, et de l'autre, s'il n'y avait pas eu un relèvement subséquent au N.-E., ces mêmes eaux, atteignant 216 mètres d'altitude relative (1), auraient envahi au sud et à l'ouest du bassin de la Seine des étendues très considérables, ce dont il n'existe aucune trace. C'est d'ailleurs ce que nous avons déjà fait remarquer pour les cinquième et sixième groupes et ce que justifiera encore l'examen du huitième.

§ 7. — VIII[e] Groupe. — Sables inférieurs (2).

1[er] étage : glaises et sables glauconieux.
2[e] — : lits coquilliers.
3[e] — : sables divers ou glauconie moyenne.
4[e] — : grès, poudingues et sables coquilliers.
5[e] — . glaises sableuses, bancs d'Huîtres, etc., marnes lacustres, lignite, argile plastique.
6[e] — : glauconie inférieure, calcaire lacustre inférieur, poudingues et argiles du sud-est du bassin.

Le groupe des sables inférieurs du Soissonnais est composé d'assises assez différentes par leurs caractères minéralogiques, quoique généralement sableuses, et liées entre elles par la continuité de la stratification. Il est particulièrement développé dans le nord du bassin, vers les limites du calcaire grossier qu'il supporte, et, s'étendant beaucoup plus loin que lui dans cette direction, il se rattache aux couches du même âge de la Belgique, tandis que, s'amincissant de plus en plus vers le S., il est a peine représenté sur la rive gauche de la Seine. Dans tout cet espace, il est d'ailleurs parfaitement continu, et ceux de ses étages qui persistent ont toujours des caractères qui ne

(1) On ne doit pas perdre de vue que l'émersion des continents est plutôt due au soulèvement inégal du fond de la mer qu'à l'abaissement du niveau de celle-ci; aussi les altitudes que nous comparons sont-elles *relatives* par rapport au temps dont nous parlons, et non *absolues*.

(2) Quelques géologues, trop préoccupés du rôle que joue l'argile plastique dont on trouve des amas plus ou moins étendus, mais ordinairement discontinus, vers la base et vers le haut de ce groupe, ont désigné celui-ci sous le nom de *groupe de l'argile plastique*; mais cette expression, assez juste lorsqu'on ne considère que les environs de Paris, devient au contraire tout à fait fausse lorsqu'on embrasse la totalité du bassin. On ne tarde pas à reconnaître en effet que l'argile plastique proprement dite n'est qu'un accident de quelques mètres d'épaisseur subordonné à la partie inférieure d'une masse sablonneuse qui en a 80 et même davantage.

permettent pas de les méconnaître. Sur les limites est et sud-est du bassin, dans quelques parties des départements de Seine-et-Marne et de l'Aube, les dépôts que l'on a regardés comme parallèles à ce groupe en diffèrent tellement, qu'il nous reste encore beaucoup d'incertitude sur la valeur de rapprochements auxquels les caractères stratigraphiques généraux ne se prêtent pas mieux que les caractères minéralogiques et l'absence des fossiles. Nous avons divisé ce groupe en six étages (1), comme nous venons de l'indiquer, et nous étudierons d'abord toute la région située au nord de la Seine, avant de passer aux dépôts du sud.

1er étage. Glaises et sables glauconieux.

Si l'on admet que vers la fin de la période des sables inférieurs la surface de cette masse sablonneuse n'était point parfaitement unie, le dépôt argileux qui lui a succédé a pu se former seulement dans les dépressions, d'où seront résultés des lambeaux plus ou moins minces, discontinus et uniformément recouverts ensuite par la glauconie grossière. Quoique nous réunissions pour la description ces glaises aux sables qui les supportent, elles s'en distinguent réellement par de bons caractères. Cet étage est d'ailleurs peu important au point de vue géologique; il a peu d'étendue, et lorsque les

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240, pl. II. 1835.—*Ibid.*, vol. X, p. 172, 1839.—*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 263. 1843.—M. Melleville (*a*) a partagé les sables tertiaires inférieurs en trois étages; le plus inférieur comprenant les nos 4, 5 et 6 de notre classification; le second, ou étage moyen, divisé en onze bancs, correspond aux nos 2 et 3, et le plus élevé représente notre premier étage. M. Graves (*b*) a décrit séparément en allant de bas en haut: 1° la glauconie inférieure ou notre 6e étage avec le 4e; 2° les lignites qui correspondent au 5e; et il a réuni sous le nom de *glauconie moyenne* le 3e et les sables du 2e. Cette diversité dans la manière de subdiviser les sables inférieurs provient d'abord de ce qu'il y a peu de distinctions minéralogiques tranchées et constantes sur de grandes étendues, et ensuite de ce qu'en établissant des coupes on n'a souvent pris pour base que des portions différentes du bassin de la Seine; mais une classification plus artificielle encore, suivant nous, est celle qu'a adoptée M. V. Raulin (*c*), en réunissant les lits coquilliers au groupe du calcaire grossier dont ils formeraient ainsi la base. Sans vouloir donner à notre classification proposée en 1835 et 1839 une valeur absolue, nous pensons qu'avec les changements que nous y avons introduits depuis, c'est encore celle qui répond le mieux à la généralité des faits.

(*a*) *Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 7. 1843.
(*b*) *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, in-8. 1847.
(*c*) *Géologie de la France* dans l'ouvrage intitulé *Patria*, p. 370. Paris, 1844.

glaises manquent, il passe à la glauconie grossière. Les sables signalés d'abord par M. Melleville (1) sont plus ou moins ferrugineux, glauconieux, quelquefois panachés de rouge.

Cet étage est mal caractérisé dans la vallée de la Marne; plus au N. nous y rapportons les glaises charbonneuses employées à la fabrique des carreaux de Marigny-en-Orçois (Aisne), celles que l'on extrait au-dessous de Molay, près de la Ferté-Milon, celles qui alimentent la briqueterie des Fonds-d'Oigny, enfin celles qui vers le fond de la vallée supérieure de l'Ourcq donnent lieu à ces sources abondantes qui s'échappent du pied des collines, dans les communes de Coincy à Nanteuil-sur-Ourcq (2).

La pente générale du calcaire grossier, qui se relève vers le N., à partir de cette vallée, pente à laquelle les glaises participent, fait que sur la rive gauche de l'Aisne les cours d'eau prennent naissance dans l'étage des lignites, et que les glaises dont nous parlons ne produisent que des sources insignifiantes. Tous les cours d'eau qui se jettent dans l'Aisne, sur sa rive droite, sont au contraire alimentés par des sources que retiennent ces glaises. Par le même motif le versant nord de ce plateau, qui borde la vallée de la Lette, n'a plus de cours d'eau comme son versant sud. Ainsi les caractères orographiques et hydrographiques du sol sont en rapport avec l'inclinaison des glaises au S., qui entraîne nécessairement les eaux pluviales de ce côté, tandis qu'au N. les sources de ce niveau sont presque nulles. Cette disposition est d'ailleurs indépendante de la direction des rivières principales qui coulent de l'E. à l'O. dans cette partie du bassin de la Seine.

Les sables glauconieux, quelquefois panachés de rouge et faiblement agrégés par place, ont 6 mètres d'épaisseur dans le chemin de Braye à Clamecy, au nord de Soissons, et les glaises 2 mètres. La colline à laquelle est adossé le village de Bièvre et celle qui domine Presles offrent de bonnes coupes de cet étage, et le plateau isolé de toutes parts qu'occupe la ville de Laon présente une disposition très remarquable de la couche d'argile qui, malgré de nombreuses inflexions, incline encore au S. Les autres massifs de sables inférieurs et de calcaire grossier de Montbavin, de la haute forêt de Coucy, et celui qui plus au N. suit l'Oise, de Chauny à Noyon,

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 214. 1838.

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 264. 1843.

montrent encore des traces de ce lit de glaise. Ce qui semble prouver que le mode de formation attribué précédemment à ces dépôts est exact, c'est que si, dans des massifs isolés et sur le pourtour desquels on n'aperçoit aucune source ni même aucune trace d'humidité, on vient à percer un puits à travers le calcaire grossier et la glauconie, on trouve sous celle-ci une nappe d'eau permanente, sans issue, qui ne peut se maintenir de la sorte que si l'on admet la présence d'une couche argileuse relevée sur ses bords, en forme de coupe.

Les sables renferment quelquefois des rognons calcarifères comme ceux de la glauconie grossière, et les deux assises, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 12 mètres, sont particulièrement développées dans le Laonnais, le Soissonnais, les environs de Compiègne et de Noyon (1). Il y en a encore quelques traces dans la vallée de l'Autonne jusqu'à Verberie, mais au-delà elles disparaissent complétement. M. Melleville (2) qui a suivi ces couches vers l'E., dans le département de la Marne, paraît avoir reconnu dans les argiles des veines de lignites, des Cyrènes, des Mélanopsides, des Néritines, etc.; mais ces indications ne mentionnant aucune localité précise font désirer encore des renseignements plus complets.

2e étage. Lits coquilliers.

Les lits coquilliers des sables inférieurs ne doivent pas être considérés comme un étage bien distinct, car ils se lient au précédent et aux couches sous-jacentes d'une manière intime, mais ils forment un horizon géologique si bien caractérisé et si constant, qu'il nous a toujours paru nécessaire de les séparer pour la plus grande clarté de la description. Ces lits sont composés de sable siliceux quelquefois mélangé d'une assez grande quantité de calcaire, d'argile et de grains verts dans des proportions variables, et les coquilles y sont répandues avec une extrême profusion (3). Souvent au nombre de deux, rarement de trois, et fort rapprochés, les lits coquilliers sont aussi fréquemment réunis en un seul. Leur développement est en rapport avec celui des couches sous-jacentes; ainsi, au S., à l'E. et à l'O., ils disparaissent avant que les sables aient tout à fait cessé

(1) Graves, *loc. cit.*, p. 286.
(2) *Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 26. 1843. — *Bull.*, vol. XII, p. 184. 1841.
(3) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240. 1835. — Id., *ibid.*, vol. X, p. 182. 1839. — Id., *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 268. 1843. — Melleville, *Liste des coquilles fossiles des environs de Laon*. (*Bull.*, vol. VIII, p. 248. 1837.) — *Coupe géologique des collines tertiaires du Laonnais*. (*Ibid.*, vol. IX, p. 212. 1838.)

de se montrer, et au N. ils se fondent comme ces derniers dans les assises quartzo-sableuses et calcaréo-sableuses du Hainaut et du Brabant méridional. C'est aux environs de Soissons et de Laon qu'ils sont le mieux caractérisés, et c'est aussi là que nous commencerons à les décrire.

Dans la vallée de la Marne nous ne les avons observés qu'au village de Brasles, près de Château-Thierry. La vallée de l'Ourcq et celles de ses affluents ne sont nulle part assez profondes pour les atteindre. Dans celle de l'Autonne, dont les talus descendent cependant jusqu'aux glaises inférieures, on en rencontre peu de traces, tandis que dans le vallon de Retheuil ils ont une épaisseur de 6 mètres. On peut les suivre des deux côtés du ruisseau de Vendy et de la rivière de Cœuvres. Sur les pentes de la vallée de l'Aisne, de Fismes à Compiègne et dans tous les vallons qui y débouchent, les lits coquilliers sont presque continus, quoique souvent masqués par des éboulements. Les environs de Pierrefonds, et surtout le gisement de Guise-Lamotte, sont depuis longtemps connus par leurs richesses paléontologiques. A Vic-sur-Aisne, le banc de *Turritella imbricataria*, var. *b.*, Lam., *Neritina conoidea*, id., *Bifrontia laudunensis*, Desh., *Venericardia suessonensis*, Nob., *Nummulites planulata*, Lam., coquilles les plus caractéristiques de cet étage, se voit à la fois au nord et au sud de la vallée. Plus à l'E., à la montée de l'ancienne voie romaine de Pasly, on remarque, au-dessous des glaises et des sables glauconieux de l'étage précédent, un premier banc coquillier avec des rognons endurcis et pétri de *Nummulites planulata* souvent siliceuses, puis un grès friable de 6 mètres d'épaisseur et d'autres bancs solides et arénacés avec les mêmes Nummulites et de nombreuses veines de quartz. Sur l'autre rive, à la ferme de Maupas, on trouve également deux lits de coquilles séparés par une couche glauconieuse. Dans la vallée de la Lette, autour de Chavignon, d'Urcel, etc., vers le haut de celle de la Bières, à Bièvre et Martigny, les coquilles sont extrêmement répandues, de même que sur les pentes sinueuses du versant septentrional de ce plateau. Tous les talus des massifs isolés de Laon, de Montarcène et Montbavin, de celui plus étendu et si profondément découpé qui porte Coucy-le-Château et la forêt de Saint-Gobain, en offrent les fossiles à chaque pas.

Dans le département de l'Oise, on retrouve les mêmes lits, au pied du mont Ganelon et vers le bas de la vallée de l'Autonne, au-dessus de Saintines, de Saint-Vaast, de Verberie, puis le long de l'Oise à Pont-Sainte-Maxence, Creil, Tiverny, etc. Entre les villages

de Cinqueux et d'Agicourt, dans la vallée de la Brèche à Liancourt, à Magneville et sur quelques points de la vallée du Thérain, à Vaux, sur la rive gauche de la Troene, et enfin au sud et à l'est de Gisors (Eure), comme à l'ouest sur la rive droite de l'Epte, partout la présence des fossiles caractéristiques de ce niveau peut être constatée. M. Graves (1) qui a tracé avec beaucoup de soin la distribution de la *Nummulites planulata*, coquille qui n'est pas moins constante dans les lits coquilliers que la *N. lævigata* à la base du calcaire grossier et la *N. variolaria* (2) dans les sables moyens, a réuni sous le nom de *glauconie moyenne* les lits coquilliers, les sables glauconieux qui les recouvrent et ceux sur lesquels ils reposent, mais nous conservons nos divisions, quoique artificielles à certains égards, parce qu'elles nous ont paru commodes dans la pratique.

Au nord de Noyon, dans les plaines de l'Artois et de la Flandre, les lambeaux des sables inférieurs sont trop peu épais pour atteindre les lits coquilliers, mais on retrouve ceux-ci vers la partie moyenne des collines de Cassel, au dessous des couches à *Cerithium giganteum*, sur une épaisseur de 10 à 11 mètres et renfermant une prodigieuse quantité de coquilles extrêmement fragiles. Nous avons déjà mentionné au même niveau le lit de *Nummulites planulata*, de la colline de Sainte-Trinité près de Tournay; mais au-delà il y a un mélange des caractères minéralogiques et des fossiles du septième et du huitième groupe qui ne permet plus de rapprochements certains.

M. Graves (3) a fait remarquer que les fossiles des lits coquilliers se reconnaissent, parmi tous ceux du terrain tertiaire du bassin de la Seine, à leur teinte générale fauve-clair ou jaunâtre, qui paraît due à la présence d'un petit lit d'argile ferrugineuse qui règne presque constamment au-dessus. Le même géologue a confirmé ce que

---

(1) *Loc. cit.*, p. 258.

(2) D'après la nouvelle classification qu'a proposée M. J. Prestwich (*antè*, p. 428), la *Nummulites lævigata* (p. 405) se trouverait à la fois dans l'argile de Londres que l'auteur compare aux lits coquilliers, dans les sables de Bracklesham et dans ceux de Barton, parallèles au calcaire grossier et à la glauconie grossière. La *Nummulites planulata* (*N. elegans*, Sow., *pro parte*) ne se trouverait au contraire que dans ce dernier groupe avec la *N. variolaria*. Il y aurait ainsi de l'autre côté du détroit une interversion bien singulière dans le niveau de la *N. planulata*, en même temps qu'une grande extension verticale de la *N. lævigata*.

(3) *Loc. cit.*, p. 261.

nous avions dit (1), que la plupart des espèces communes aux lits coquilliers et au calcaire grossier constituent dans les premiers des variétés bien tranchées et généralement plus petites que dans le second. Parmi les espèces et les variétés qui s'y trouvent exclusivement on peut citer les suivantes : foraminifères, *Nummulites planulata*, Lam., *Alveolina oblonga*, d'Orb. ; mollusques acéphales, *Crassatella tumida*, Lam., var. *b*, *Cyrena Gravesi*, Desh., *Cytherea nitidula*, Lam., var. *a*, *C. lœvigata*, id., var. *a*, *Venericardia suessonensis*, Nob. (*V. planicosta*, Lam., var. *a* Desh.), *Anomia tenuistriata*, Lam., var. *b*; gastéropodes, *Dentalium abbreviatum*, Desh., *Melanopsis Parkinsoni*, id., *Neritina conoidea*, Lam., *Solarium bistriatum*, Desh., *Bifrontia laudunensis*, id., *Turritella imbricataria*, Lam., var. *b*, *Cerithium papale*, Desh., *C. acutum*, id., *C. pyreniforme*, id., *C. breviculum*, id., *Voluta ambigua*, Sow., *Terebellum fusiforme*, Lam. Enfin, M. Melleville (2) a décrit environ 40 espèces nouvelles des lits coquilliers (banc n° 11 de son étage moyen), et il a donné une liste de plus de 260 espèces provenant de cet étage dans le Laonnais.

3e étage. Sables divers.

Nous réunissons sous le titre de *sables divers* toutes les assises sablonneuses placées entre les lits coquilliers et les grès qui recouvrent les lignites. On voit de suite que là où les lits coquilliers manquent vers le haut il n'y a plus de séparation possible avec le premier étage, et que sur les points où les grès, ou même les lignites avec leurs argiles et leurs bancs d'Huîtres n'existent pas, ce qui est d'ailleurs assez rare, il n'y a aucune distinction possible entre ces sables et la glauconie inférieure. On ne peut donc assigner les limites de cet étage que lorsque le second et le quatrième sont bien caractérisés. Il constitue d'ailleurs la masse principale du groupe et atteint jusqu'à 45 mètres d'épaisseur.

Il est composé de sables siliceux plus ou moins colorés par l'oxyde de fer. A sa partie supérieure, c'est-à-dire immédiatement sous les lits coquilliers, on remarque souvent un banc très chargé de points verts, mais qui se distingue toujours de la glauconie grossière, tant par la finesse de ses éléments et l'uniformité de sa teinte que par sa position relative et ses fossiles. C'est ce banc que nous avions appelé *glauconie moyenne* (3), expression à laquelle M. Graves a donné plus d'extension en y comprenant les lits coquilliers. Il représente aussi

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 245. 1835.
(2) *Ann. des sc. géologiques*, vol. II, p. 77. 1843.
(3) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 245, pl. II. 1835. — Id., *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 274. 1843.

les bancs nos 9 et 10 de M. Melleville (1), dans le premier desquels ce géologue a trouvé un grand nombre de coquilles dont plusieurs sont entièrement nouvelles. Si ces bancs avaient une continuité que nous n'avons pas encore reconnue, peut-être serait-il rationnel de les réunir à l'étage précédent dont ils renferment la plupart des espèces. Au-dessous viennent ces rognons tuberculeux si prédominants, surtout dans les collines des bords de l'Oise, entre Noyon et Beaumont. Vers le bas les sables sont en général plus purs et renferment quelques lits de coquilles. (Laon, les Creuttes de Mons-en-Laonnais, Monampteuil, Mailly, Bruyères, etc.)

Ces sables affleurent sur les pentes inférieures de la partie occidentale de la montagne de Reims, avec une très faible épaisseur. Dans la vallée de la Marne, ils se montrent à Treloup, Jaulgonne, Mont-Saint-Père, Brasles, Château-Thierry, Essommes, Chézy-l'Abbaye, Crouttes, etc., et plus au N., sur les bords du Clignon, affluent de l'Ourcq, mais point dans la haute vallée de ce nom qui ne descend pas au-dessous des glaises du premier étage, que nous y avons signalées. Dans la vallée de l'Autonne, ils sont bien développés, ainsi que sur les deux pentes de celles de l'Aisne et de la Lette. Dans les collines qui entourent la plaine de Laon, au S., à l'E. et à l'O., on y trouve parfois des bancs minces de grès micacé, glauconieux, assez dur (collines de Laon, de Mons-en-Laonnais, etc.). Des concrétions ou des veines de quartz traversent aussi la masse sablonneuse (Laon, Pasly près Soissons), et des rognons calcaires, sableux, blanchâtres et spongiformes existent dans le massif qui porte les bois de Coucy et de Saint-Gobain, et dans celui qui s'étend de Salency à Commenchon, au nord de l'Oise (2).

M. Graves (3) s'est occupé des sables glauconieux avec rognons qui forment la base et la partie moyenne des collines de l'arrondissement de Compiègne et qui sont très répandus aussi dans celui de Clermont. Ces rognons abondent dans les tertres du Quesnoy, de Bourguignemont, comme dans les collines qui bordent la vallée du Thérain. Plus à l'O., et au S.-O., ils s'amincissent sensiblement, et sur la rive gauche de la Seine, à peine en trouve-t-on quelques traces entre la glauconie grossière et les argiles des lignites. Au N., au contraire, sur les frontières de France et de Belgique, ils sont parfaitement représentés dans les collines de Cassel et des

(1) *Ann. des sc. géologiques*, vol. II, p. 16. 1843.
(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 274.
(3) *Loc. cit.*, p. 262.

environs de Tournay, où ils font partie du groupe *quartzo-sableux* ou *landenien* (*antè*, p. 500).

4e étage. Grès, poudingues et sables coquilliers.

Une comparaison attentive des faits acquis à la science depuis quelques années nous engage à modifier ici la classification que nous avions adoptée en 1839, et suivie plus tard dans la *Description géologique du département de l'Aisne*. Nous avions pensé que l'assise de sable blanc ou glauconieux et sans fossiles, qui partout sépare la craie des dépôts de lignite, assise nommée par nous *glauconie inférieure*, était parallèle aux sables coquilliers de Bracheux, d'Abbecourt, de Noailles, de Saint-Martin-au-Bois et de Bresles (Oise), ainsi qu'aux gisements analogues des départements de l'Aisne et de la Marne, et que le tout était antérieur aux lignites; aussi en avions-nous séparé les grès et les poudingues qui recouvrent ceux-ci. La superposition directe des grès aux lignites ne se voit bien que dans le département de l'Aisne, et les fossiles qu'ils y renferment ne suffisaient pas pour modifier notre opinion; mais M. Graves (1) ayant signalé aux environs de Varesnes, sur le bord de l'Oise, à l'est de Noyon, des grès supérieurs aux lignites et renfermant des moules et des empreintes des coquilles les plus caractéristiques des sables de Bracheux, d'Abbecourt, etc., nous avons cru que ces derniers pouvaient être aussi plus récents que les lignites, quoiqu'ils reposassent sans intermédiaire sur la craie, et cela d'autant plus qu'on ne les trouve pas *sous* les lignites mêmes.

Cette manière de voir est justifiée en outre par la liaison intime de ces dépôts sablonneux coquilliers avec les bancs d'Huîtres (*Ostrea bellovacina*, Lam.) qui partout, non seulement surmontent les lignites, mais encore s'étendent bien au-delà dans diverses directions. Ces bancs annoncent l'existence, à ce moment, d'une mer très peu profonde, dont les eaux succédaient à celles d'un estuaire fluvio-marin, sur les bords ou dans les dépressions duquel s'étaient accumulés, pendant un laps de temps assez long, les détritus de végétaux, les argiles et les lits de Cyrènes, de Cérites, de Mélanopsides et de Mélanies, qui les recouvrent immédiatement, ainsi que quelques bancs exclusivement lacustres qu'on y trouve subordonnés. On voit donc que, à part les exceptions locales dont nous tiendrons compte, les caractères des dépôts sont de plus en plus marins, à mesure qu'on s'élève de la base des lignites aux sables coquilliers que nous mettons actuellement sur le même niveau que les grès qui recouvrent ces amas charbonneux.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 224.

Cela posé, nous restreindrons le nom de *glauconie inférieure* à la couche de sable sans fossiles, quelquefois avec cailloux, comme en Belgique et en Angleterre, qui sépare les lignites de la craie, et nous réunirons dans ce quatrième étage les sables coquilliers de Bracheux, d'Abbecourt, de Noailles, etc., aux grès et aux poudingues. Lorsque ceux-ci manquent au-dessus des lignites, les sables qui les remplacent ne renferment point les fossiles qui ailleurs les caractérisent. Ces fossiles sont en outre restreints à un petit nombre de localités, eu égard à l'étendue que les sables occupent. Quant aux grès qui accompagnent les lambeaux de sables inférieurs épars à la surface de la craie dans le nord de la France, nous les regarderons provisoirement comme le prolongement de ceux qui recouvrent les lignites, tandis que les sables sous-jacents sans fossiles sont la continuation de la glauconie inférieure que nous décrirons en dernier lieu. Nous nous exposons, il est vrai, à confondre ainsi des grès d'âges un peu différents, car nous avons la certitude qu'il existe sur certains points des grès au-dessous des lignites, mais l'erreur sera plutôt théorique que de fait, attendu qu'en l'absence des lignites ou des argiles et des bancs de coquilles qui les représentent, les grès, quel que soit leur âge, sont toujours dans des sables glauconieux. Enfin quant aux bancs d'Huîtres, quoiqu'ils appartiennent en réalité à la base de cet étage, il nous paraît plus commode de les mentionner en traitant des lignites qu'ils accompagnent.

M. Melleville (1), qui s'est particulièrement occupé de ces sables fossilifères inférieurs dans le département de la Marne, où ils reposent sur la craie comme à l'O., les indique sur la rive gauche de la Vesle, à Gueux et Jonchery, puis sur la rive droite, à Pouillon, Châlons-sur-Vesle, Thil, Villers-Franqueux, Cormicy, etc. Ils sont généralement blancs, à grain fin, peu micacés et ferrugineux vers le haut. Les coquilles se voient encore au pied sud et nord de la colline de Laon.

Les grès quartzeux, plus ou moins durs, ne faisant point effervescence avec les acides, ne sont en réalité que des accidents ou une modification des sables. Ils recouvrent immédiatement les lignites à Mailly, Urcel, Chaillevet et Versigny (Aisne) (2), où ils renferment des empreintes de coquilles marines et d'eau saumâtre

(1) *Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 8. 1843.
(2) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240, pl. II. 1835. — Id., *ibid.*, vol. X, p. 180. 1839. — Id., *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 276. 1843.

(*Nucula*, *Pectunculus*, *Cerithium*, *Cyrena cuneiformis*, Fér., *Cardium porulosum*, Lam.). Plus au N. on les voit couronner les buttes de sables, isolées çà et là sur les plaines crayeuses. Les grès de Molinchart, à l'ouest de Laon, font partie d'une série de buttes arénacées, dirigée au N.-E. jusqu'à Barenton-sur-Serre, et qui toutes présentent des grès à leur sommet. Dans le village de Montceau-les-Leups, les cailloux de silex bruns, noirs ou gris, parfaitement arrondis, alternent avec des lits de sable ferrugineux, et sur le plateau, où ils sont agglutinés par un ciment siliceux, ils donnent un poudingue lustré, très dur, exploité comme les grès ordinaires. Il en est de même à l'est de Versigny, et, entre la vallée de la Serre et celle de l'Oise, la plupart des buttes de sable renferment encore de ces grès qui se continuent à l'O. entre Chauny et Noyon.

Dans le département de l'Oise, les grès sont en place ou sont dérangés, remplis d'empreintes et de moules de coquilles, et passent au poudingue par la présence de cailloux très arrondis. Excepté à Varesnes où nous les avons déjà cités, ils ne recouvrent pas les lignites comme dans le département de l'Aisne, et, de même que les sables coquilliers, ils semblent plutôt être parallèles à ces dépôts que leur être superposés. Ils sont en outre particulièrement développés dans l'ouest et le centre du département, tandis que les lignites dominent vers sa partie nord-est. D'après M. Graves (1) on trouve à Pronleroy, au-dessous du banc d'*Ostrea bellovacina*, un sable gris avec *Crassatella sulcata*, Lam., *Venericardia multicostata*, id., *Turritella edita*, Sow., etc., puis un sable jaune avec les mêmes coquilles, et un sable chlorité non fossilifère qui représente la glauconie inférieure et repose sur la craie. En cet endroit un calcaire lacustre, semblable à celui que nous mentionnerons à Mortemer, se trouve au-dessus du banc d'Huîtres et des autres coquilles marines qui surmontent les lignites de Boucquey et de Saint-Sauveur, de sorte que les fossiles marins sont ici compris entre deux dépôts d'eau douce.

Au-dessus des lignites du Mont-Soufflard, sur la route de Breteuil à Montdidier, est une masse puissante de sable ferrugineux enveloppant une très grande quantité de galets dont l'agglutination donne un poudingue semblable à celui de Versigny. Le calcaire lacustre précédent recouvre aussi les sables avec *Ostrea bellovacina* de Monchy-Humières, de même que les bancs caractérisés par les

(1) *Loc. cit.*, p. 244.

fossiles propres à cet étage autour de Marest, de Bourmont, de Marigny, etc. Dans les bois de Hainvillers et de Mortemer, le calcaire lacustre repose sur le même banc d'Huîtres. Il est en lits horizontaux, minces, ayant ensemble 0m,70 à 1m,60 d'épaisseur, ne renfermant que des empreintes végétales et des graines de *Chara*, et n'ayant jamais été trouvés recouverts par d'autres sédiments.

Les grès sont très fréquents autour de Plainville et de la Hérelle. Dans les carrières de Gannes et d'Ansauvillers, d'énormes blocs entassés au milieu de sables jaunâtres ou glauconieux reposent sur un lit de silex au contact de la craie. Nous avons mentionné avec M. de Verneuil (1) les grès de Quinquempoix et les nombreux fossiles qu'ils renferment. Le tertre de Foudtènes, à l'ouest de Saint-Martin, montre sous les grès coquilliers un sable glauconieux avec *Ostrea bellovacina*, Lam., *Venericardia petuncularis*, id., *Cyprina scutellaria*, Desh., *Cucullœa crassatina*, Lam., etc., et plus bas un sable verdâtre sans coquille (glauconie inférieure), une argile tenace, puis la craie. M. Graves fait remarquer que dans les cantons de Crèvecœur, de Marseille, de Grandvilliers et une partie de celui de Breteuil, les lits de galets discontinus sont dirigés de l'E. à l'O., à peu près suivant la ligne de partage des eaux de la Somme et de l'Oise ; ils ne dépassent point l'origine des ravins qui descendent de cette ligne et semblent indiquer un ancien rivage.

Les autres lambeaux situés au sud et à l'ouest du département renferment moins de galets, mais les fossiles y sont plus abondants. Tel est celui qui s'étend de Crillon à Morvilliers, à l'est de Songeons où des grès solides renferment les coquilles propres à cet étage, puis un autre situé à une lieue au nord de Beauvais, et à l'est de cette ville la sablière de Bracheux, depuis longtemps célèbre par ses fossiles. Ceux-ci se rencontrent encore au S.-E. au Mont-Bourguignemont, dans les tertres des marais de Bresles, dans celui de Bruneval, sur la rive droite de Thérain, dans les bois d'Abbecourt, à Noailles et sous les marais de Longueau, au nord de Pont-Sainte-Maxence. Plus au S. les grès et les poudingues existent dans les cantons de Coudray-Saint-Germer, de Chaumont, de Méru, etc.

M. Buteux (2) a fait connaître dans son important travail sur le département de la Somme la composition d'un grand nombre de

(1) *Bull.*, 2e série, vol. II, p. 341. 1845.

(2) *Essai géol. sur le département de la Somme*, in-8., avec carte. Amiens, 1843. — Nouvelle édition. Paris, 1849.

buttes sablonneuses avec argiles, lignites et grès coquilliers. Plus de quatre-vingts de ces lambeaux ont été indiqués sur la carte qui accompagne le Mémoire, et l'on voit que la plupart se trouvent dans la partie qui avoisine les départements de l'Aisne et de l'Oise, puis entre Amiens et Doullens. Sur beaucoup de points les grès sont en rognons ou en bancs disséminés dans les sables et plus ou moins fossilifères; mais presque toutes les coquilles paraissent appartenir à l'étage des lignites, excepté cependant celles des grès de Beuvraignes, au sud de Roy, qui seraient des espèces de Bracheux. M. F. P. Ravin (1) a décrit les poudingues placés au-dessus de l'argile. Peu développés vers le N., ils sont souvent désagrégés et donnent lieu à des amas de silex roulés. Au S. au contraire ils constituent des bancs considérables (Etretat, Varengeville, vallée de la Varenne à Saint-Saëne). Les grès sont subordonnés aux sables qui s'étendent sur les plateaux de craie (p. 40). Il y en a au-dessus et au-dessous des argiles, et ils y forment des masses considérables (Tingry, Hesdin et Frévent (Pas-de-Calais), Hérissart, Viguacourt, Oresmaux, Hupy (Somme), Rocquemont, Torcy, Veule, Saint-Valery-en-Caux (Seine-Inférieure). Enfin ces grès se prolongent dans le département du Nord pour se rattacher à ceux que nous avons signalés en Belgique entre Peruwels et Mons, etc. (*antè*, p. 500).

Les fossiles les plus caractéristiques de cet étage, outre l'*Ostrea bellovacina*, Lam., sont : *Cucullæa crassatina*, Lam., *Venericardia petunculari*s, id., *V. multicostata*, id., *Nucula fragilis*, Desh., *Pectunculus terebratularis*, Lam., *Cyprina scutellaria*, Desh., *Lucina grata*, Defr., *Corbula longirostris*, Desh., *Crassatella sulcata*, Lam., *Cardium hybridum*, Desh. M. Melleville (2) a décrit et figuré les espèces nouvelles de cet étage trouvées dans les environs de Reims, et il a donné une liste de toutes celles qui y sont connues jusqu'à présent. Ces coquilles, comme le fait observer M. Graves, sont en général plus épaisses que leurs analogues des autres couches de la série tertiaire. Elles semblent avoir éprouvé une sorte de gonflement par suite duquel elles sont devenues très friables et tom-

(1) *Mém. géol. sur le bassin d'Amiens, en particulier sur les cantons littoraux du département de la Somme*, in-8. Abbeville, 1836.

(2) *Mém. sur les sables tertiaires inférieurs du bassin de Paris, avec la description de 78 espèces de coquilles fossiles inédites de ce terrain.* (*Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 1, avec 10 planches. 1843.)

bent en poussière ou se délitent en feuillets avec une extrême facilité.

L'étage des lignites, le plus important de ceux que nous avons à étudier dans le huitième groupe, à cause des ressources qu'il offre à l'agriculture et à l'industrie, est aussi le plus varié dans sa composition et le plus intéressant par les considérations théoriques auxquelles il donne lieu. Il se compose en général, à sa partie supérieure, de lits plus ou moins nombreux de glaises ou d'argiles impures, jaunâtres, bleuâtres ou noirâtres, alternant avec des lits de sable argileux de même couleur et des bancs d'épaisseur variable, formés par l'accumulation de diverses coquilles. Ces dernières ne sont pas toujours mélangées indistinctement. Ainsi les Huîtres (*Ostrea bellovacina*, Lam.) occupent ordinairement le banc supérieur, celui qui s'étend sur de plus grandes surfaces; les coquilles fluviatiles ou d'embouchure, les Cyrènes (*C. cuneiformis*, Fér.) et les Cérites (*C. variabile*, Desh., et *turbinatum*, id.), ceux qui viennent ensuite. Lorsqu'il existe un calcaire lacustre marneux et bitumineux, toujours très mince, il est placé sous les bancs précédents. Vers la partie moyenne du dépôt sont les principaux bancs de lignite (cendre noire) au nombre de deux ou trois. Leur épaisseur totale ne dépasse pas 4 mètres, et ils sont séparés par des lits de glaise charbonneuse ou de marne coquillière. La partie inférieure de l'étage est souvent occupée par une argile pure assez blanche, gris bleuâtre ou verdâtre, quelquefois panachée de rouge et parfaitement plastique. Le fer sulfuré blanc (pyrite blanche) est disséminé dans ces couches en plus ou moins grande quantité. Il s'y présente quelquefois en plaques ou en ramifications dendritiques, ou bien en rognons. Sur quelques points enfin on y trouve du gypse sélénite.

5e étage. Glaises sableuses, bancs d'Huîtres, etc., marnes lacustres, lignites, argile plastique.

Les glaises sont constantes sur des étendues très considérables, sans cependant former une couche parfaitement continue. Elles affleurent ordinairement vers le pied des collines tertiaires et occupent la surface même du sol dans beaucoup d'endroits où les sables et les calcaires qui les recouvraient n'existent plus. Les bancs de coquilles, soit marines, soit fluviatiles ou d'embouchure, sont aussi très fréquents, quoique moins étendus que les glaises; enfin les amas de lignite sont restreints à des espaces plus bornés. Ils sont discontinus, stratifiés de la manière la plus régulière et circonscrits dans des dépressions de formes variables à peu près comme les amas de gypse du cinquième groupe.

Les dépôts de lignite avec leurs argiles et les lits de coquilles qui les accompagnent dans les départements de la Marne, de l'Aisne, de l'Oise, de Seine-et-Oise et de la Somme, sont rarement recouverts aujourd'hui par des couches régulières, et c'est ce qui pendant si longtemps a fait douter de leur âge et de leur contemporanéité avec l'argile plastique exploitée sous le calcaire grossier des environs de Paris. Presque toujours ces amas charbonneux sont au fond des vallées, ou constituent des renflements au pied des collines sous lesquelles on ne les voit guère s'enfoncer. Aussi n'est-ce qu'après avoir démontré la liaison intime de ceux de ces amas qui ne sont pas recouverts avec ceux qui se prolongent incontestablement sous la grande masse des sables inférieurs couronnés par le calcaire grossier que la contemporanéité des uns et des autres a été irrévocablement établie (1).

Les caractères généraux que nous venons d'indiquer sont soumis à beaucoup d'exceptions locales que nous ferons apprécier dans un exposé rapide de la distribution géographique de ces dépôts et de leur disposition par rapport à l'ancien bassin dans lequel ils se sont formés.

Parties est, nord et ouest du bassin.

Pris dans son ensemble, cet étage commence à se montrer à la pointe orientale de la montagne de Reims, entre Verzy et Verzenay (Marne), pour se continuer à l'O. sur ses deux versants. Sur la pente nord, on trouve les lignites près de Mailly; ils paraissent avoir été exploités à Rilly-la-Montagne, précisément au-dessus de la carrière ouverte dans le calcaire lacustre inférieur et les sables blancs, puis entre ce village et Villers-Allerand où les glaises coquillières qui les accompagnent sont assez puissantes. Plus à l'O. on les observe sur le chemin de Mont-Chenot à Petit-Fleury, à Coulommes, au-dessous de Vrigny, entre Rosnay et Courcelles, entre Jonchery et Unchères, et au delà en se rapprochant de Fismes. Au nord, à l'est et à l'ouest de Reims, on remarque encore des traces de cet étage dans le tertre de Berru, à Nogent-l'Abbesse, Saint-Léonard, Pouillon, etc. Sur le versant méridional de la montagne de Reims, ou le long de la rive droite de la Marne, les lignites se montrent à Louvois et à Bousy. Au-dessus de l'église de Hautvillers, ils sont en lits minces alternant avec des lits de sables et sont surmontés de grès et de sable blanc auxquels succèdent les diverses assises du calcaire lacustre moyen

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240, pl. II. 1835. — *Ibid.*, vol. IX, p. 103 et 324. 1838. — *Ibid.*, vol. X, p. 176. 1839.

jusqu'à la meulière du plateau. C'est à quelques centaines de mètres à l'O. que commence à paraître le calcaire grossier, entre les sables précédents et les couches d'eau douce. L'étage des lignites se suit aussi au-dessus de Cumières, de Disy, etc.

Sur la rive gauche de la Marne, la colline crayeuse de Mont-Bernon, au sud-est d'Épernay, a depuis longtemps attiré l'attention des géologues par sa position isolée et les couches tertiaires qui en occupent le sommet. Leur disposition irrégulière peut être comparée à un chapeau dont les bords seraient inégalement rabattus. Ces couches se sont affaissées et ont glissé plus ou moins sur les talus de la colline, de sorte qu'une coupe exacte est assez difficile à obtenir. Cependant M. J. Prestwich (1), géologue connu par des publications du plus haut intérêt, y a indiqué une série de bancs au nombre de 27 et d'une épaisseur totale de 17^{m},65, qui, ajoutés à 4 ou 5 mètres de glaises qui paraissent exister encore avant d'atteindre la craie, donneraient 21 à 22 mètres pour la puissance de tout le dépôt tertiaire en ce point. Cette série commence par un calcaire lacustre, des marnes vertes et brunes qui appartiennent sans doute au cinquième groupe et elle se termine par une argile plastique. Elle se compose ensuite de veinules de lignite et de lits plus ou moins minces de sable, de glaise sableuse et d'argiles, avec Mélanies, Néritines, Mélanopsides et Cyrènes. Les Huîtres y sont comparativement rares, comme dans toute la partie orientale du bassin. C'est dans le sable quartzeux, qui forme le cinquième lit à partir du sommet, que l'auteur a recueilli des débris de Crocodile, de Lézard et d'un autre saurien (*Mosasaurus?*); des Tortues (*Trionyx*, *Emys*), une vertèbre de serpent, des restes d'*Anthracotherium?* de *Lophiodon* et d'autres mammifères. La présence de la *Melania inquinata* et du *Melanopsis buccinoidea* dans le même banc montre assez qu'il appartient encore à l'étage des lignites. Le calcaire marneux blanc jaunâtre avec de grosses Paludines, des Cyclades, des Planorbes, etc., est inférieur aux couches avec coquilles d'eau saumâtre ou d'embouchure. M. Hébert (2) a reproduit depuis peu cette coupe sans la modifier sensiblement dans ce qu'elle a d'essentiel.

Les buttes de Cramant et de Cuy, occupées par des argiles et des sables avec lignite que recouvre le calcaire siliceux, sont com-

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 85. 1837.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 399. 1848.

posées comme les collines de la rive droite de la Marne, et il en est de même aux environs d'Avize jusqu'à Oger-les-sept-Vents. M. Viquesnel (1) a fait voir que les calcaires et les marnes lacustres de Givry-les-Loisy et de Loisy-en-Brie surmontaient également les lignites avec leurs sables et leurs argiles remplies des coquilles les plus caractéristiques de cet étage, et qu'il en était de même au Vinay. Plus au S., aux environs de Sézanne, les argiles, puis les sables et les grès du cinquième étage sont aussi recouverts comme précédemment par des marnes vertes et des calcaires lacustres siliceux (2). M. Hébert (3), qui a récemment étudié ce pays avec beaucoup de soin, a reconnu aussi, à la Voie-Blanche et au chemin de Broyes, les Térédines, les Paludines et les Tortues d'eau douce qui caractérisent les derniers sédiments de la période des lignites; à cet égard il pense que, dans cette partie du département de la Marne, on peut distinguer dans l'étage qui nous occupe les assises suivantes en allant de haut en bas (p. 407, *nota*) : 1° Couche à *Cyrena cuneiformis* et lignite, 2° couche à *Cyrena antiqua*, 3° marnes avec graines de *Chara*, 4° marnes lacustres avec *Physa columnaris*, 5° bancs inférieurs de lignite, 6° couche avec *Cyrena Deshayesi*, Héb. Au-dessus de ces assises, l'auteur place la couche avec Térédines qu'il avait indiquée auparavant (p. 398) comme représentant les derniers dépôts fossilifères des lignites, ce qui nous paraît fort exact, tandis qu'ici il la regarde comme contemporaine des sables du Soissonnais avec *Cyrena Gravesi* et *Nummulites planulata*, ce que nous ne pouvons admettre. Enfin *à la base* viendraient les sables coquilliers de Châlons-sur-Vesle, analogues à ceux de Bracheux, sables que nous avons cru devoir reporter *au-dessus* des lignites, comme on l'a vu précédemment (4).

Le plateau qui domine Verzy (5) atteint une hauteur absolue

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 296. 1838.
(2) Duval et Meillet, *ibid.*, vol. XIV, p. 104. 1842. — Ces deux observateurs ont fait connaître en outre au Mont-Sarrans, près de Cramant au sud d'Épernay, dans l'argile des lignites, des grains de fer hydroxydé de 5 à 6 millimètres de diamètre, recouverts d'une pellicule d'or natif, mêlé de pyrite jaune-verdâtre. 500 grammes de minerai ont donné 5 centigrammes d'or en parcelles. C'est probablement la première fois que ce métal a été signalé à l'état de précipité chimique dans le terrain tertiaire.
(3) *Loc. cit.*, p 398.
(4) Voyez aussi : Drouet, *Bull.*, vol. VI, p. 297. 1835.
(5) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 179. 1839.

de 280 mètres. A cette limite extrême du bassin vers l'E. la puissance du terrain tertiaire ne dépasse pas 40 mètres. Ainsi la craie blanche a une altitude de 240 mètres. Les couches lacustres du cinquième groupe ont environ 12 mètres, et le lignite se trouve au-dessous d'un banc de sable blanc passant à une marne grise de 8 mètres d'épaisseur, et par conséquent à 260 mètres environ de hauteur absolue. Si maintenant, à partir de ce point, on suit les deux versants de la montagne de Reims, soit dans la vallée de la Marne jusqu'à Château-Thierry, soit dans celles de la Vesle et de l'Aisne jusqu'à Soissons, on voit s'abaisser successivement la craie, les lignites ou les glaises sableuses qui les représentent, puis paraître successivement aussi les sables inférieurs, le calcaire grossier et les sables moyens, tandis que le cinquième groupe, ou calcaire lacustre moyen, s'étend sur le tout, transgressivement de l'E. à l'O., occupant toujours la partie supérieure des plateaux.

Les couches de lignite à Chierry, au sud-est de Château-Thierry, sont à 90 mètres au-dessus de la mer, et, à une demi-lieue au sud de la même ville, à 70 mètres seulement, ce qui donne une différence de 170 et de 190 mètres sur une étendue de 14 lieues, entre ces points et le niveau des lignites au-dessus de Verzy. Dans la vallée de Soissons, à la porte même de cette ville, il y a des lignites qui ne sont qu'à 46 mètres d'altitude, c'est-à-dire à 214 mètres plus bas qu'à l'extrémité de la montagne de Reims; mais l'étendue étant de 18 lieues au lieu de 14, la pente générale dans les deux directions est sensiblement la même. Dans ces exemples les dépôts sont compris entre des couches parfaitement continues; mais si l'on considère des points isolés, tels que le Mont-Bernon ou tout autre entre Épernay et Vertus, on reconnaîtra que ces dépôts d'embouchure y sont au même niveau que sur la rive droite de la Marne, que leurs caractères sont identiques et qu'on doit les regarder comme des lambeaux aujourd'hui isolés par suite du creusement des vallées; auparavant ils formaient une série d'amas reliés entre eux dans cette partie du bassin comme dans les autres. En outre, d'après l'identité des fossiles et de tous les caractères minéralogiques et stratigraphiques, il n'est pas possible d'admettre que ces dépôts se soient formés sous des profondeurs d'eau qui auraient différé entre elles de 170, 190 et 214 mètres; par conséquent ceux que l'on trouve aujourd'hui sur la limite orientale du bassin ont dû être élevés au-dessus de leur niveau primitif et complétement émergés avant l'époque du calcaire grossier qui ne les a pas recouverts.

D'autres oscillations plus générales ont permis ensuite le retour des eaux dans lesquelles s'est déposé le calcaire lacustre moyen, et enfin des ravinements énergiques sont venus découper et façonner la surface du sol avant sa dernière et complète émersion. C'est faute de prendre en considération ces divers ordres de faits que l'on a vu émettre les opinions les plus étranges pour expliquer la position actuelle des lambeaux de l'étage des lignites au sommet des buttes crayeuses du pays dont nous venons de nous occuper.

Les lignites du département de l'Aisne se trouvent dans les vallées de la Marne, de l'Aisne, de la Lette, de l'Oise, et leurs dernières traces sont à 2 lieues à l'ouest de Saint-Quentin, où M. Élie de Beaumont (1) a puisé l'un des arguments les plus péremptoires pour constater leur âge. Nous avons signalé dans ce département (2) 75 exploitations de lignites ou *cendrières*, dont 9 sont abandonnées. 47 de ces exploitations ont lieu à ciel ouvert et immédiatement sous le diluvium ou dépôt de cailloux roulés des vallées. Dans 2 qui ont aussi lieu à ciel ouvert les glaises et le lignite sont recouverts par les bancs de grès déjà décrits (*antè*, p. 607), et dans une autre encore à ciel ouvert la superposition directe de toutes les couches tertiaires jusqu'au calcaire grossier supérieur est de la plus parfaite évidence. 8 cendrières ont des galeries horizontales pratiquées exclusivement et sans interruption dans le banc de lignite où elles ont été poussées jusqu'à 500 mètres sous les sables surmontés du calcaire grossier et à travers lesquels des puits verticaux ont été percés pour aérer les travaux. Enfin dans 17 autres, l'exploitation se fait par des puits et des galeries boisées, à quelques mètres seulement au-dessous de la surface du sol.

Le premier mode d'extraction est particulièrement usité dans les vallées de la Marne, de l'Aisne et de la Lette. La position des lignites avec leurs argiles et leurs bancs coquilliers sous les grès ne se voit que dans trois localités situées à un quart de lieue les unes des autres (Chaillevet, Mailly, Urcel au sud de Laon). Les galeries qui s'enfoncent sous les collines tertiaires sont comprises entre Festieux et Montaigu, à l'est de la même ville, et les puits avec

---

(1) *Observations sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans le nord de la France* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. 1, p. 107. 1833. — *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. III, p. 153. 1836).

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 280—303.

galeries sous le diluvium se pratiquent généralement sur les deux rives de l'Oise, de Rogécourt à Jussy (1).

Nous venons de comparer les altitudes des lignites de l'E. à l'O., et si nous poursuivons actuellement cet examen du S. au N. dans le même département, nous y trouverons bien aussi la probabilité de quelques oscillations du sol, mais dont l'amplitude est infiniment moindre qu'à l'E. Ainsi, on trouve les lignites à 70 mètres de hauteur absolue dans la vallée de la Marne, à 80 dans celle de la Vesle, à 46 et à 66 dans celle de l'Aisne où ils s'abaissent le plus. Ils sont entre 80 et 100 dans la partie haute de la vallée de la Lette, et à 62 vers son embouchure dans l'Oise. Ils atteignent 120 mètres dans les galeries entre Festieux et Montaigu. Sur la rive droite de l'Oise, on les trouve entre 90 et 95 mètres, et au bois d'Holnon leurs dernières traces sont à 120 mètres. Il est digne de remarque que les plus faibles altitudes correspondent précisément aux vallées actuelles, comme s'il existait une relation entre le relief du sol à deux périodes aussi éloignées l'une de l'autre.

Nous regardons comme appartenant à cet étage, et placées au même niveau, de petites couches d'argile sur lesquelles M. Melleville (2) a appelé l'attention. Ces couches n'affleurent point au dehors et retiennent des flaques d'eau qui ne sourdent que rarement sur les pentes des collines ou monticules, parce que la glaise forme une sorte de bassin à bords relevés. Cette disposition, déjà signalée dans le premier étage du groupe, s'observe dans celui-ci, particulièrement aux environs de Châlons-sur-Vesle et Villers-Franqueux (Marne), au Mont-Fendu, à Bucy-les-Cerny, Mons-en-Laonnais, Montceau-les-Leups, etc. (Aisne). L'argile repose sur un sable vert très fin (glauconie inférieure), qui la sépare seule

(1) Voyez : Héricart de Thury. (*Le Moniteur*, 2 oct. 1837.) *Notice historique sur les recherches de houille auxquelles ont donné lieu les affleurements de lignite tertiaire dans le nord de la France.* C'est par erreur que dans cette notice on a indiqué Bonafle (Seine-et-Oise) comme le lieu de la plus ancienne recherche de ce genre faite en 1745. Des titres qui remontent à l'année 1500 prouvent l'existence d'une exploitation à Arsy (Oise). La cendrière de Beaurains fut ouverte en 1736. Dans le département de l'Aisne, la plus ancienne, celle de Suzy, ne remonte qu'à 1758. La première manufacture de vitriol et d'alun établie pour traiter les lignites est celle d'Urcel (Aisne), qui fut créée en 1786.

(2) *Bull.*, vol. X, p. 155 et 253. 1839. — Id., *ibid.*, vol. XIV, p. 74. 1842.

de la craie. D'après les coupes qu'a données M. Melleville (1), plusieurs de ces amas d'argile seraient en forme de cône renversé et entourés de sable de toute part.

Les lignites, les argiles et les bancs de coquilles, surtout celui d'*Ostrea bellovacina*, ne sont pas moins fréquents dans la partie nord du département de l'Oise que dans le précédent. Ils forment presque toujours, dit M. Graves (2), des monticules très déprimés dans les plaines, ou constituent une sorte de terrasse qui entoure le pied des collines couronnées par le calcaire grossier. Ces dépôts charbonneux se présentent sous l'aspect d'amas lenticulaires, ou finissent en coin sur leurs bords, et 35 cendrières ou exploitations de lignite y sont ouvertes dans le département.

Excepté à Varesnes et au Mont-Soufflart, ils ne sont plus recouverts par des sables et des grès en place, et à bien plus forte raison pour tout le reste de la série tertiaire inférieure qui manque constamment. Ils se montrent surtout dans les vallées de l'Oise et de l'Aisne, depuis Noyon et Vic-sur-Aisne jusqu'à Verberie et au-delà. Ils occupent la plus grande partie des cantons de Guiscard, tout le plan inférieur de celui de Lassigny, la partie de celui de Ressons qui touche au département de la Somme, et ils existent dans les petites vallées des affluents de l'Oise, s'étendant encore vers l'O. jusqu'à la route de Flandre. Aux environs de Noyon, ces dépôts sont tellement rapprochés et les argiles sont si étendues, que l'étage semble tout à fait continu et se prolonger ainsi dans l'arrondissement de Compiègne. Les différences d'altitude, comme on devait le prévoir, sont ici beaucoup moindres qu'à l'E. Ainsi les points les plus élevés sur la limite du département de la Somme ne sont qu'à 112 mètres, et les plus bas à 69.

On a déjà vu que les couches de cet étage étaient régulièrement stratifiées, et nous ne connaissons qu'un point où elles aient subi un dérangement notable ; c'est dans la vallée de la Brèche, dans la tranchée du chemin de fer, près du pont de Rantigny, où nous avons signalé avec M. de Verneuil (3) un plissement très prononcé des argiles et des sables avec Cyrènes et Huîtres, plissement postérieur au dépôt de cailloux diluviens qui y a participé. Des débris de *Viverra gigantea*, de *Lophiodon*, de *Trionyx vittatus*, de

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 84, pl. II. 1842.
(2) *Loc. cit.*, p. 199.
(3) *Bull.*, 2e série, vol. II, p. 339. 1845.

Crocodilus depressifrons et de poissons, ont été retirés des cendrières du département de l'Oise, et M. Buteux (1) cite en outre dans celle d'Amy, des ossements de carnassiers, de ruminants, de *Trionyx*, des dents de Crocodile, des coprolithes, du succin et des végétaux monocotylédones.

Plus au S. et à l'O., on retrouve les couches coquillières des lignites près de Creil, de Montataire et de Mello, dans la vallée du Thérain, dans celle de la Troene au-dessous de Tourly, puis à Villers-sur-Trie, au Mont-Ouin près Gisors, et à la Chapelle près de Magny (Seine-et-Oise), où les argiles bleuâtres sont remplies d'*Ostrea bellovacina* (2). Au Pré-Sec, sur le chemin de Parnes, le lignite est en bancs susceptibles d'être exploités. Aux environs de Vigny, à Notre-Dame-de-Désiré et à Saint-Martin-la-Garenne, près Mantes (3), les traces du cinquième étage se montrent encore comme sur les deux rives de l'Epte. Celles que l'on serait tenté d'y rapporter aussi dans les départements de l'Eure et de la Seine-Inférieure n'ont pas toujours des caractères assez prononcés pour qu'on le fasse avec toute certitude : mais dans celui de la Somme on retrouve des dépôts qui sont le prolongement de ceux de l'Oise. M. Buteux (4) les mentionne avec détails dans les cantons de Roys et de Mondidier, toujours accompagnés des fossiles qui les distinguent (*Ostrea bellovacina*, *Cerithium variabile*, *Melania inquinata*, *Cyrena cuneiformis*, etc.), et ils sont aussi disséminés à la surface de la craie de l'arrondissement de Péronne. Plus à l'O. (5) on connaît les lambeaux du phare d'Ailly près de Dieppe, de la butte des Combles au sud-est de la ville d'Eu, de Colline sur l'Authie et du plateau marécageux de Saurus, de Saint-Aubin et de Saint-Josse, à l'ouest de Montreuil-sur-Mer (Pas-de-Calais). Dans toutes ces localités les argiles avec *Ostrea bellovacina* et *Cyrena cuneiformis* sont séparées de la craie par la

---

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 321. 1842. — *Esquisse géologique du département de la Somme*, p. 107, in-8. Amiens, 1843. — Nouvelle édit., p. 121. Paris, 1849.

(2) Poirier Saint-Brice, *Ann. des mines*, vol. XVII, p. 211. 1840.

(3) Garnier et B. Delessert, *Compt. rend.*, vol. V, p. 129. 1837. — De Sénarmont, *Essai d'une description géol. du département de Seine-et-Oise*, p. 215. 1844.

(4) *Bull.*, vol. VIII, p. 76 1836. — *Esquisse géologique du département de la Somme*, in-8, avec carte. Amiens, 1843. — Nouvelle édit. Paris, 1849.

(5) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 177. 1839.

glauconie inférieure comme à l'E., et nous les avons vues se prolonger avec des caractères identiques au-delà du détroit par Newhaven (Sussex), et par les environs de Londres jusqu'à Reading (Berkshire) (*antè*, p. 464), tandis qu'au nord de la ligne de partage des eaux de l'Artois, dans la Flandre et la Belgique, rien ne prouve encore que les mêmes dépôts se soient formés; du moins les argiles que nous y avons signalées sur quelques points ne nous ont-elles offert aucun des caractères zoologiques si constants au sud de cette même ligne.

Cette identité des caractères zoologiques, jointe à celle des caractères minéralogiques des couches et à leur position constante relativement à la craie sous-jacente, nous a conduit à établir, conformément à l'opinion exprimée par M. Élie de Beaumont, que tous les dépôts, recouverts ou non, dont nous venons de nous occuper, étaient contemporains et qu'ils formaient un horizon géologique bien déterminé sur une étendue de pays qui n'a pas moins de 120 lieues du S.-E. au N.-O., c'est-à-dire depuis l'extrémité orientale de la montagne de Reims jusque dans le Berkshire.

Cette manière de voir, qui était aussi celle d'Alex. Brongniart, a été longtemps contestée par M. Constant Prévost (1) et par M. Deshayes (2); mais il est facile de reconnaître que les arguments qu'on lui opposait étaient fondés d'abord sur la comparaison de faits non comparables entre eux et par conséquent très distincts, ensuite sur l'examen d'un petit nombre de points où la position des lignites vers le fond des vallées, en avant des collines et presque à la surface du sol, pouvait faire douter qu'ils s'enfonçassent réellement sous la masse des sables inférieurs, enfin sur une étude superficielle de quelques uns des fossiles qui les accompagnent et dont on avait cru que les analogues vivaient encore.

Parmi les coquilles qui composent les bancs supérieurs aux lignites, les unes sont essentiellement littorales et marines (*Ostrea bellovacina*, Lam., *O. angusta*, Desh., *O. sparnacensis*, id., *Pectunculus terebratularis*, Lam.) et n'ont pu se multiplier ainsi que sous les eaux peu profondes d'un rivage; les autres sont des coquilles de grands fleuves ou d'embouchure (*Melania inquinata*, Defr., *Melanopsis buccinoidea*, Fér., *Neritina globulus*, Defr., *Cerithium turbinatum*, Desh., *C. variabile*, id., *Cyrena antiqua*, Fér., *C. cu-*

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 76. 1836. — Id., *ibid.*, vol. IX, p. 89, 1837, et 324, 1838.
(2) *Ibid.*, vol. IX, p. 89. 1837.

neiformis, id.), et dont la plupart des analogues comme genre ne vivent plus aujourd'hui que sous une zone plus chaude que celle du nord de la France; enfin il y en a qui sont exclusivement d'eau douce (*Paludina lenta*, Sow., Lymnées, Planorbes, Physes, Cyclades). Or ces circonstances, jointes à la présence des débris de palmiers trouvés dans les lignites des environs de Soissons, prouvent qu'à cette époque la température, sous ce parallèle, était beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est actuellement (*antè*, vol. I, p. 114).

Ainsi, d'une part, la parfaite régularité des couches et les bancs d'Huîtres prouvent la tranquillité et la faible profondeur des eaux marines sur cette vaste plage, et de l'autre les bancs de Cyrènes, de Mélanies, de Mélanopsides, de Néritines et de Cérites, ainsi que la présence des Tortues d'eau douce, des Crocodiles et des mammifères terrestres, annoncent le voisinage de l'embouchure de cours d'eau peu profonds et peu rapides dans un grand estuaire. Cette période de dépôts argileux et sableux, de détritus de végétaux et de bancs de coquilles, a dû être assez longue, et les couches ont dû se former dans des dépressions de la surface crayeuse déjà recouverte d'une nappe de sable de quelques mètres d'épaisseur. Il y eut dans le niveau des eaux, ou mieux du sol lui-même, de nombreuses oscillations qui produisirent les alternances locales si fréquentes que l'on observe. Mais les eaux marines finirent par l'emporter et par envahir tout l'espace qu'occupaient les dépôts mixtes. Les sables coquilliers du Beauvoisis, qui se lient au grand niveau des bancs à *Ostrea bellovacina* et aux grès, se déposèrent d'abord, et ensuite commença d'une manière régulière et continue, dans tout le nord de la France, cette longue série de sédiments marins qui ne fut plus interrompue qu'à l'époque du calcaire lacustre moyen.

Parties centrale et sud-est du bassin.

Nous n'avons pas voulu interrompre la description du cinquième étage dans son développement du S.-E. au N.-O., où il est presque partout à découvert et plus ou moins continu, mais nous devons actuellement chercher à le suivre vers le centre du bassin et faire connaître ses caractères sur sa limite S.-E. On a vu que, comme les autres étages, celui-ci s'abaissait de l'E. et du N. vers Paris; aussi les argiles et les lignites n'affleurent-ils plus au fond des vallées, par suite de cette pente qui est plus forte que celle des rivières; mais les puits artésiens ou ordinaires nous permettront de constater leur présence jusque sur la rive droite de la Seine, tandis que sur la rive gauche un relèvement dont nous avons déjà parlé les fait affleurer bien au-dessus du niveau du fleuve.

Aux environs de Luzarches, les sables inférieurs, des sables à Nummulites et des calcaires marins recouvrent les argiles à lignite qui ont une épaisseur de 10 mètres, et il en est de même à Royaumont. A Pontoise, où les argiles ont été trouvées à 30 mètres de profondeur, les sables inférieurs n'avaient plus que 3 mètres d'épaisseur, et à Meulan quelques décimètres seulement. La nappe d'eau, qui s'étend sous la plaine au nord de Paris et qui alimente les puits artésiens de Saint-Ouen et de Saint-Denis, est retenue par ces mêmes argiles sableuses. Elle n'a été atteinte qu'après qu'on eut traversé les couches chloritées et les sables glauconieux que recouvrent les calcaires lacustres inférieurs au gypse, et qui représentent comme à Luzarches, quoique sur une faible épaisseur, le calcaire grossier inférieur et les sables sous-jacents.

A l'E., dans la vallée de la Marne, le puits de Reuil, près la Ferté-sous-Jouarre, poussé jusqu'à la craie, a traversé, au-dessous du calcaire grossier, les sables, les argiles et les lignites, ainsi que les bancs d'Huîtres, de Cérites et de Cyrènes, qui y ont une grande épaisseur, et ces couches tertiaires descendent jusqu'à 14 mètres au-dessous du niveau de la mer. Les huit forages exécutés à Meaux ont rencontré des eaux jaillissantes dans les argiles des lignites, avant d'arriver à la craie et après avoir traversé le calcaire lacustre moyen et le calcaire grossier plus ou moins réduit. Les puits forés de Claye, d'Annet, de Trilbardou, de Lagny, de Vaires, sont encore alimentés par des eaux provenant de cet étage. M. Degousée (1) a donné une projection des coupes des différents sondages exécutés dans cette vallée, et qui montre la hauteur de l'ascension des eaux par rapport au niveau de la Seine et à celui de la mer, ascension qui est d'autant plus grande qu'on se rapproche davantage des points d'alimentation.

Autour et dans l'enceinte même de Paris, sur la rive droite de la Seine, les puits forés à la Grande-Villette, à la Petite-Villette, à la barrière Saint-Denis, rue de la Victoire, à l'hôtel Rothschild, aux bains Chinois, au bazard Bonne-Nouvelle, rue de la Roquette, rue du Jardin-du-Roi, à Poulangis, près Saint-Maur, à Champigny, à Maison-Alfort, etc., ont tous atteint les sables, les argiles et les lignites, ou les ont traversés lorsqu'ils ont pénétré jusqu'à la craie.

---

(1) *Guide du sondeur*, p. 193, atlas, pl. XXV. Nous avons en outre puisé beaucoup de renseignements dans le recueil manuscrit de M. Degousée.

L'amincissement et peut-être même sur quelques points la suppression du calcaire grossier et des sables inférieurs au nord de Paris, et sur la rive droite de la Seine, sont des faits dont on a singulièrement exagéré les conséquences théoriques pour établir une sorte de parallélisme entre le calcaire grossier et le calcaire lacustre moyen, et nous avons fait voir (1) combien il était facile de se rendre compte de cette circonstance locale, sans avoir recours à des explications que démentent tous les faits bien observés

Le puits foré à l'angle nord-est du fort de Vincennes a rencontré, au-dessous du calcaire grossier, des sables noirs, des sables argileux et des lignites, mais celui de l'angle sud-ouest a traversé, entre le calcaire grossier et la craie, 54 mètres d'argiles noires sableuses avec lignite, de sables noirs, de marnes et d'argiles plastiques de diverses couleurs. Cette épaisseur remarquable, comparée à celle que l'on connaît aux environs, dénote des inégalités très prononcées de la surface crayeuse sous-jacente (2). La même conclusion se déduit des forages de Champigny et de Poulangis, où toute la masse de sable s'est trouvée parfaitement sèche jusqu'à la craie, et de celui de la barrière d'Italie (chez M. Regis Bouvet) où, au-dessous du calcaire grossier, on n'a rencontré, jusqu'à la craie, qu'une masse d'argile compacte et continue sans couche perméable sableuse et sans niveau d'eau, tandis qu'à une distance de 500 mètres (chez M. Pauwels) une couche de sable quartzeux qui sépare l'argile de la craie a fourni un jet d'eau ascendant. A chaque dépression et à chaque élévation de la surface crayeuse, dit M. de Sénarmont (3), correspondent un développement souvent énorme et un amincissement non moins remarquable de l'argile plastique et des sables qui se sont accumulés dans les dépressions de la craie. Ils en ont incomplétement comblé les inégalités, de même que le calcaire grossier et le calcaire lacustre moyen, et après ce dernier les irrégularités locales sont devenues beaucoup plus rares.

On a souvent cité les glaises avec *Cyrena cuneiformis*, extraites au-dessous du calcaire grossier, dans un puits percé à Marly, de même qu'à Auteuil, et à ces glaises font naturellement suite celles que l'on exploite sous le calcaire grossier de la rive gauche de la Seine, depuis le Bas-Meudon jusqu'au Petit-Gentilly.

---

(1) *Bull.*, vol. X, p. 189, 1839, et *posteà*, p. 645.
(2) Le Blanc, *Bull.*, vol. XII, p. 312. 1841.
(3) *Essai d'une description géol. du département de Seine-et-Oise*, p. 120, in-8. Paris, 1844.

M. Charles d'Orbigny (1), a décrit les diverses couches qui au-dessous de Meudon font partie de ce même étage, et sont comprises entre le calcaire grossier et le *calcaire pisolithique*. La plus inférieure est un conglomérat où il a recueilli d'abord des fossiles provenant de la craie, puis deux nouvelles espèces d'Anodonte et la *Paludina lenta*, des ossements de poissons, des dents de Crocodiles, des os de *Trionyx* et d'*Emys*, des dents de saurien voisin du *Mosasaurus*, des mammifères pachydermes (2 *Anthracotherium*, 1 *Lophiodon*), des carnassiers (Loutre, Renard, Civette) et deux rongeurs. Ces fossiles, qui rappellent tout à fait ceux que nous avons cités au-dessus des lignites du Mont-Bernon, prouvent encore, indépendamment des autres considérations, la contemporanéité et le parallélisme de l'argile plastique des environs de Paris avec le grand horizon des lignites de l'est, du nord et de l'ouest. Cette découverte de M. d'Orbigny, antérieure à celle de M. Prestwich, eut cela d'important qu'elle fit reculer jusqu'aux premiers sédiments tertiaires l'apparition d'animaux vertébrés, appartenant incontestablement à la classe des mammifères, apparition que Cuvier avait d'abord placée à la période du gypse et que M. Eug. Robert avait abaissée à l'étage du calcaire grossier à Cérites. Ce dernier géologue paraît avoir aussi constaté la présence de l'*Anoplotherium commune* dans l'argile plastique de Meudon (2).

Dans cette même argile, à Vanves et à Vaugirard, M. Ch. d'Orbigny (3) a trouvé une assez grande quantité de fer carbonaté en globules, mélangé d'un peu de silice et de carbonate de magnésie. Ce minerai a été reconnu à Gentilly dans les mêmes circonstances par R. Duval (4), qui a signalé à Arcueil, entre l'argile plastique et la craie, des marnes et une couche de lignite sablonneux avec des graines, des Planorbes, des Lymnées, des Paludines, quelques moules d'Anodontes et des ossements. Dans un puits creusé à la barrière de Fontainebleau, on a rencontré, à la base des sables glauconieux et

(1) *Bull.*, vol. VII, p. 275. 1836. — *Ibid.*, p. 280. — *Compt. rend.*, vol. III, p. 228. 1836.—*Notice géol. sur les environs de Paris* (*Dictionn. pittoresque d'hist. naturelle*, 1838). — *Mém. sur les diverses couches de terrain nouvellement découvertes aux environs de Paris*, in-8., 2 pl. 1839. — *Magasin de zoologie de Guérin*, 1837.

(2) *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 1404. 1844.

(3) *Bull.*, vol. VIII, p. 308. 1837.

(4) *Ibid.*, vol. XI, p. 160. 1840.

de l'argile, un banc de lignite de 1m,25 à 1m,60 d'épaisseur, avec des tiges, des feuilles et des graines de végétaux (1). Mais c'est à tort, suivant nous, que l'auteur a regardé ce banc et les argiles qui l'accompagnent comme appartenant à un niveau géologique différent de celui des lignites du Nord.

Si l'on remonte la vallée de la Seine, on voit que cinq forages exécutés à Essonnes ont rencontré, au-dessous du calcaire lacustre moyen avec silex, des argiles plus ou moins sableuses ou plastiques, pyriteuses, avec lignite, à 39 et 73 mètres de profondeur. Il en a été de même à Corbeil, et les autres sondages entrepris à Crosne, Champrosay, Soisy-sous-Etiolles, Herblay, Mondeville, etc., ont atteint ou ont traversé les sables et les argiles à lignites au-dessous du même calcaire lacustre. A Saint-Michel, sur le chemin de fer d'Orléans, on a atteint à 110 mètres, et à Étampes à 113 mètres de profondeur, la couche aquifère, après avoir traversé 28 mètres d'argiles, de sable ordinaire et de sable argileux, placés sous le calcaire lacustre moyen et les sables supérieurs (2). A Corbeil l'argile plastique se trouve à 16 mètres au-dessous du niveau de la Seine, et à Essonnes, où son épaisseur est de 32 mètres, elle descend à 36 mètres au-dessous du même niveau.

J. J. Huot (3) a décrit, dans la vallée de la Remarde, les sables supérieurs reposant sur des poudingues, des argiles et des grès qu'il regarde comme représentant l'argile plastique des environs immédiats de Paris. Cette superposition des sables de Fontainebleau à un étage aussi ancien et même à la craie sous-jacente résulterait, suivant l'auteur, d'un soulèvement de celle-ci, antérieur au calcaire grossier et au calcaire lacustre moyen. M. de Sénarmont (4) a observé la même superposition aux environs de Souzy et dans la vallée de l'Orge. L'argile plastique couronne aussi les escarpements de craie dans la vallée de la Maudre, dans celle de la Vesgre aux environs d'Houdan. Elle se montre encore vers l'O. à Bizy, à Saint-Marcel, à Saint-Just, autour de Vernon, et les sables inférieurs offrent quelques rudiments sur les mêmes points.

En nous reportant vers la partie sud-est du bassin, nous verrons

---

(1) Ch. d'Orbigny, *Bull.*, vol. VII, p. 135. 1836.

(2) De Sénarmont, *loc. cit.*, p. 256 et 142. — Voyez aussi : Degousée, *Guide du sondeur*, p. 193 et pl. XXIV.

(3) *Mém. de la Soc. des sciences naturelles de Seine-et-Oise.* 1836.

(4) *Loc. cit.*, p. 122, 130, 161, 201.

que M. de Roys, dans sa *Note sur le terrain tertiaire compris entre la vallée du Loing et celle de la Seine, de Nemours à Montereau* (1), a mentionné, à partir de la craie, une argile plastique plus ou moins pure, recouverte de sables et de cailloux roulés qui par leur agglutination passent à un poudingue solide. Lorsque la craie se relève, les poudingues reposent immédiatement dessus. C'est dans une de ces dépressions que se trouve l'argile exploitée pour la poterie et la faïence de Montereau. L'argile est souvent panachée; les amas qu'elle forme sont discontinus et ils acquièrent rarement une grande épaisseur. On rencontre particulièrement sur les deux rives du Loing, de Nemours à Château-Landon, les poudingues solides, composés de silex plus ou moins roulés provenant de la craie, réunis çà et là, de même que les grains de sable, par un ciment silicéo-argileux. Ils ne constituent pas de bancs réguliers, mais des masses amorphes au milieu des poudingues incohérents et des sables. Un puits, creusé près de Villemer, ne les a point traversés complétement sur une profondeur de 22 mètres, et ils ne sont pas moins épais sur les bords de l'Orvanne vis-à-vis de Dormelles. Au-dessus de cet étage viennent des glaises et le calcaire lacustre moyen.

Plus tard, M. de Roys (2) a reconnu que non seulement l'argile plastique manquait souvent, mais encore que le plus grand nombre des exploitations de Salins et Montereau jusqu'à Nemours étaient supérieures aux sables et aux poudingues; circonstance que nous avions observée dans le vallon de Fay (3). Par suite, le même géologue admet que les argiles extraites dans les cantons de Montereau, de Moret, de Lorrez et de Nemours, sont supérieures aux sables, aux grès et aux poudingues, et il considère le tout comme formant un seul étage qui représenterait les couches tertiaires inférieures du nord. Nous avions pensé (4), d'après la stratification générale du bassin, que cet étage pourrait être parallèle au calcaire grossier, mais M. Raulin (5) croit qu'il est à la fois l'équivalent des sables inférieurs, du calcaire grossier et des sables moyens.

Dans cette question, les fossiles ne sont d'aucun secours, car les

---

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 160. 1837. — Id., *ibid.*, vol. IX, p. 29. 1837.
(2) *Bull.*, vol. XI, p. 272. 1840.
(3) D'Archiac, *ibid.*, vol. VII, p. 31. 1835.
(4) Id., *ibid.*, vol. X, p. 192. 1839.
(5) *Bull.*, vol. IX, p. 288. 1838.

seuls corps organisés que l'on ait trouvés sont quelques Lymnées recueillies par M. de Roys dans des concrétions calcaires de la couche d'argile, ou bien des Échinodermes et des Térébratules provenant de la craie. Si l'opinion de ce géologue est exacte, il s'ensuit qu'ici comme au N.-E. il doit y avoir une discordance complète de stratification entre le calcaire lacustre moyen et cet étage de sables, d'argiles et poudingues, et c'est en effet ce qu'il a reconnu depuis ses premières communications à ce sujet (1). La manière de voir de M. V. Raulin est soumise à cette autre objection que l'on concevra difficilement, que des circonstances aussi variées que celles qui ont présidé dans le nord à la formation de toutes les couches tertiaires, depuis la craie jusqu'aux sables moyens, variations qui nous sont indiquées tant par la nature minéralogique des couches que par les fossiles, et qui se sont produites en outre pendant un laps de temps très long, puissent être représentées au sud par un dépôt aussi simple, aussi peu puissant, dépourvu de corps organisés et dans la faible hauteur duquel rien ne traduit les changements survenus au nord. Quoi qu'il en soit, les auteurs de la *Carte géologique de la France* ont dû ranger ces poudingues dans la formation tertiaire inférieure, et M. Raulin, dans sa carte géologique des environs de Paris, comme dans celle qu'il a insérée dans l'ouvrage intitulé *Patria*, a étendu la teinte consacrée au groupe des sables inférieurs sur tous les dépôts tertiaires placés au-dessous du calcaire lacustre moyen, entre la vallée du Loing et celle de la Seine, jusqu'aux environs de Troyes (Aube). (Voyez *antè*, p. 541.)

M. Leymerie (2) a reconnu sur le bord oriental du plateau de la Brie, à partir de la craie blanche, des argiles, des sables, des grès et des poudingues siliceux : ces divers éléments alternent ou se remplacent mutuellement sans aucun ordre apparent. A la base de cette assise incohérente est une couche irrégulière et discontinue de cailloux siliceux, à cassure esquilleuse et très roulés. L'argile ferrugineuse renferme des Paludines, et le tout, suivant l'auteur, appartiendrait aussi au groupe des sables inférieurs et en particulier à l'étage de l'argile plastique et des lignites. M. Clément Mullet (3),

---

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 251. 1841.

(2) *Ibid.*, p. 13. — *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube*, p. 109, in-8. Troyes, 1846.

(3) *Mém. de la Soc. d'agriculture*, etc., *du département de l'Aube*, p. 15. 1842.

dans sa notice sur les environs de Villenauxe-la-Grande, a décrit aussi des dépôts du même âge qui recouvrent la craie.

6e étage.

Nous réunissons dans cet étage des roches parfaitement distinctes par leurs caractères minéralogiques, par leur origine et par leurs fossiles, mais qui ont cela de commun de reposer sans intermédiaire sur la craie blanche (1) et d'être immédiatement recouvertes par les lignites et les argiles qui les accompagnent. L'une, de beaucoup la plus étendue, est la glauconie inférieure avec quelques lits de glaises et de silex dans certaines localités; l'autre est le calcaire lacustre inférieur avec ses sables quartzeux, qui n'est connu que dans la partie orientale du bassin, et encore sur un très petit nombre de points.

Glauconie inférieure.

La glauconie inférieure, malgré son peu d'épaisseur, est remarquable par la constance de ses caractères et son indépendance des couches qui la recouvrent dans tout le nord de la France, comme en Belgique et en Angleterre. La roche qui la constitue est d'un gris bleuâtre plus ou moins souillé de fer hydraté; elle est micacée, toujours à grain fin, et composée de sable siliceux, de points verts et d'une petite quantité de matière argileuse ou calcaire suivant les localités; le plus ordinairement elle est à l'état de sable, quelquefois elle forme par son agrégation un grès argileux ou psammite friable, divisé en lits minces, nombreux, séparés les uns des autres par un sable de même nature. Lorsque les couches, soit argileuses, soit coquillières de l'étage des lignites viennent à manquer, il est difficile de la séparer des sables qui sont au-dessus et qui reposent eux-mêmes sur la craie dans les endroits que la glauconie n'avait point recouverts.

Dans la vallée de l'Aisne les sondages exécutés au-dessous des lignites ont partout fait connaître la présence du sable glauconieux avant d'atteindre la craie. Entre la cendrière de Vailly et la route, la glauconie inférieure et les grès sont bien à découvert, de même qu'entre la Fontaine-au-Vivier et Pontavert, et sur les buttes de craie au sud et au nord de ce dernier village; plus à l'E., elle forme les buttes de Prouvais et y constitue un grès friable, grisâtre, grossièrement schistoïde et à feuillets ondulés. On le voit à la base des collines tertiaires et des monticules isolés qui s'étendent sur les plaines de la craie. Elle est bien distincte des sables et des grès du

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 173. 1839.

quatrième étage dans le voisinage des lignites; par exemple, au-dessous de la cendrière de Mauregny, et autour du petit plateau d'Andelain, de Charmes et de Danisy, au sud et à l'est de la Fère, où les psammites en plaquettes reposent sur la craie sans l'interposition d'aucune couche argileuse (1). Tous les dépôts de lignite entre l'Oise et le canal de Crozat, de même que ceux des bois de Frières, recouvrent les sables ou les psammites qui viennent affleurer au-dessus de la craie. Les lambeaux de sable des arrondissements de Saint-Quentin et de Vervins appartiennent, pour la plupart, à cet étage, mais ils sont souvent masqués sur les plateaux par l'alluvion ancienne. Sur beaucoup de points une couche très mince de glaise sépare le sable de la craie, retient les eaux et alimente les puits des villages sans donner lieu à des sources. Cette disposition rappelle celle que M. Melleville a signalée à un niveau un peu plus élevé (*antè*, p. 617). L'épaisseur de cet étage ne dépasse pas 10 mètres dans le département de l'Aisne.

Dans celui de l'Oise, M. Graves (2), qui a constaté aussi la permanence du sable glauconieux entre les lignites et la craie, a également signalé la petite couche d'argile dont nous venons de parler; mais nous ne pouvons admettre, d'après ce que l'on a vu, qu'elle représente l'argile plastique des environs de Paris. On remarque sur d'autres points, au contact de la craie, un lit de $0^m,30$ à $0^m,40$ de silex roulés, verts à l'extérieur et présentant au dedans des zones argileuses ou jaspoïdes, jaunes ou brunes qui disparaissent vers le centre des cailloux où la matière siliceuse noire ou grise n'a subi aucune altération (Cuvilly et Quinquempoix (Oise), Saint-Valery sur Somme, etc.). Ce fait, que nous avons mentionné dans le nord de la France, comme en Belgique et en Angleterre, n'a point échappé à M. Buteux (3), qui fait remarquer que les lits de silex verts sont constamment à la base des sables verts qui dans le département de la Somme recouvrent ordinairement la craie et non l'argile plastique. Les silex verts roulés, que nous avons signalés à la surface des plateaux crayeux de la Picardie (*antè*, p. 153), proviennent évidemment de la dénuda-

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. VI, p. 240, pl. II. 1835. — Id., *ibid.*, vol. X, p. 173. 1839. — Id., *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 305. 1843.

(2) *Loc. cit.*, p. 199.

(3) *Essai géologique sur le département de la Somme*, p 106. Amiens, 1843. — Nouvelle édit., p. 43. Paris, 1849.

tion de la glauconie inférieure, lors du dernier cataclysme qui s'est étendu sur cette partie de la France.

Dans la falaise du phare d'Ailly, près de Dieppe, cet étage est représenté par des sables ferrugineux enveloppant des grès et des poudingues plus ou moins épais, suivant les ondulations de la surface de la craie, dont ils remplissent une cavité, car aux deux extrémités du dépôt on voit les lignites, les lits de coquilles, les glaises et les sables reposer successivement et sans intermédiaire sur la craie. Les silex du poudingue ne sont pas noirs ou gris comme ceux de la craie blanche sous-jacente, mais blonds et semblables à ceux que l'on trouve dans un lambeau de craie jaune qui surmonte la falaise au-delà du phare. La glauconie se trouve partout sous les bancs d'Huîtres et de Cyrènes qui de Dieppe à Montreuil-sur-Mer représentent le niveau supérieur de l'étage des lignites. Dans les départements du Pas-de-Calais et du Nord des lambeaux nombreux rattachent ce premier dépôt tertiaire à ceux qui dans le Hainaut recouvrent la craie ou des terrains plus anciens.

Les fossiles sont extrêmement rares dans la glauconie inférieure, telle que nous la considérons ici. Nous n'y connaissons que des moules de bivalves marines rapportés à la *Cyprina scutellaria*, Desh., des Serpules, des moules d'une sorte d'éponge (*S. nidus avis*, Nob.), des ossements d'Emydes et d'un petit carnassier voisin du Blaireau, auquel M. de Blainville a donné le nom de *Palæocion* ou *Arctocyon primævus* (la Fère), et qui est par conséquent le plus ancien des mammifères tertiaires du bassin de la Seine.

Calcaire lacustre inférieur et sables blancs.

M. Drouet (1) paraît être le premier qui, d'après des renseignements que lui avait fournis M. Arnould, mentionna, aux environs de Reims, un calcaire lacustre particulier, resté inconnu jusque-là. Mais dans sa première communication, non plus que dans sa notice géologique sur le département de la Marne (2), l'auteur n'avait point indiqué la localité où se trouvait ce dépôt, ni déterminé sa position géologique, de sorte que sa découverte demeura sans résultat pour la science jusqu'à ce que M. Ch. d'Orbigny (3) eut donné une coupe de la sablière de Rilly-la-Montagne, village situé à deux lieues au sud de Reims. Cette coupe montre, à partir de la craie blanche, 1 à 2 mè-

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 294. 1835.
(2) *Résumé des travaux de la Société des sciences*, etc., *de la Marne en* 1835. — *L'Institut*, 24 août 1836.
(3) *Bull.*, vol. IX, p. 321. 1838.

tres de sable ferrugineux avec des rognons de grès, 5 mètres de sable quartzeux pur, un lit de sable jaunâtre, puis un calcaire marneux jaunâtre de 1 à 2 mètres d'épaisseur, accompagné de glaise et rempli de coquilles fluviatiles et terrestres. Au-dessus on a déjà vu que la pente de la colline était occupée par des glaises de l'étage des lignites et le calcaire lacustre moyen.

Déjà la position des sables blancs quartzeux avait été nettement indiquée à Mont-Chenot par M. Élie de Beaumont (1), et, à l'ouest de ce village, près de Sermiers, ils se voient encore au même niveau, mais le calcaire lacustre n'est plus représenté que par un lit de marne très mince avec des fossiles brisés indéterminables, comme l'a constaté dans le même temps M. de Boissy (2). Nous pensâmes ensuite (3) que ces sables et ces calcaires marneux pouvaient être synchroniques de la glauconie inférieure dont nous venons de parler et du calcaire marin pisolithique des environs de Vertus et de Paris. Mais, quant à ce dernier rapprochement, des études ultérieures sont venues modifier notre première opinion. Néanmoins les tufs concrétionnés, cylindroïdes ou tuberculeux avec coquilles lacustres que l'on observe au-dessous de Mont-Chenot, appartiennent encore à ce niveau, comme les calcaires marneux, schistoïdes, jaunes ou gris et celluleux, ainsi que les sables et les grès placés entre la craie et l'étage des lignites, à la limite des communes de Verzy et de Verzenay. Au N.-O., sur la rive droite de la Vesle, à Prouilly, Trigny, etc., M. Melleville (4) a signalé le même calcaire lacustre, placé aussi au-dessus d'un sable siliceux blanc et recouvert par des argiles de diverses couleurs accompagnées parfois de lignite que surmonte le calcaire grossier.

Quant aux fossiles de Rilly, M. Drouet, dans la note précitée, n'avait donné qu'une indication sommaire des genres qu'il avait trouvés, ou que M. Arnould lui avait communiqués. Plus tard M. Michaud (5) en a décrit quelques espèces, mais le plus grand nombre était encore inédit, lorsque M. de Boissy (6) vint combler

---

(1) *Mém. de la Soc. géologique de France*, vol. I, p. 119. 1833.
(2) *Bull.*, vol. IX, p. 325. 1838.
(3) D'Archiac, *Bull.*, vol. X, p. 175. 1839.
(4) *Bull.*, vol. XIV, p. 165. 1843.
(5) *Magasin de zoologie de Guérin*, 1837. — *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. X, p. 153. 1838.
(6) *Description des coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rilly-la-Montagne, près Reims.* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 178.

cette lacune en publiant une monographie fort intéressante de cette faune locale, remarquable par le *facies* des espèces qui la composent. Presque toutes en effet sont couvertes de stries obliques, très serrées, très régulières, que l'on retrouve sur les Cyclades comme sur les Hélices, Clausilies, Bulimes, Agathines, Auricules, Maillots et Mégaspires. L'auteur a décrit 39 espèces qui toutes paraissent propres à ce dépôt. Quelques unes atteignent de très grandes dimensions (*Physa gigantea*, *Megaspira rillyensis*, *Paludina aspersa*); d'autres sont presque microscopiques. L'absence jusqu'à présent des Planorbes et des Lymnées dans ce dépôt est une circonstance assez particulière que l'on doit mentionner.

Sur le versant opposé ou méridional de la montagne de Reims, aucune couche correspondante n'avait encore été bien constatée, lorsque M. Hébert (1), d'après des coupes fournies par M. Dutemple, a fait connaître que le petit vallon qui s'étend de Fleury-la-Rivière à Damery montrait aussi le sable blanc de Rilly au contact de la craie, et recouvert par le calcaire lacustre avec *Physa gigantea*, au-dessus duquel le calcaire grossier s'étendait sans l'intermédiaire des lignites, aussi bien du côté de Damery que du côté de Romery. Au S., des traces semblables paraissent exister au Mont-Août, entre Vertus et Sézanne. Près de cette dernière ville M. de Wegmann (2) avait signalé à la butte des Crottes un calcaire lacustre placé au-dessus de la craie et remarquable par les empreintes de végétaux qu'il renferme, et ensuite MM. Duval et Meillet (3) sont venus ajouter à ces indications, en décrivant, à partir de la craie, un amas de silex roulés non stratifiés, un calcaire lacustre ou travertin en rognons disséminés dans une marne jaune, rempli d'empreintes végétales et dégageant par la percussion une odeur de truffes, puis au-dessus deux bancs d'un calcaire jaunâtre composé de grains pisolithiques, le supérieur peu solide, l'inférieur mieux agrégé et renfermant des silex roulés, des fragments de craie et des galets de calcaire compacte.

Aucune des espèces végétales du calcaire lacustre n'a paru à M. Ad. Brongniart vivre actuellement en France; 10 espèces appartiennent à des végétaux dicotylédones ligneux, voisins de ceux du

---

1846. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 257, pl. V et VI. 1848.)

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 402, pl. V, fig. 6, 7. 1848.
(2) *Bull.*, vol. XIV, p. 70. 1842.
(3) *Ibid.*, p. 100.

gypse de Stradella, près Pavie. Il y a deux espèces de fougères, dont une paraît se rapporter à une section de cette famille, qui ne vit plus que sous les tropiques. Les coquilles trouvées par Wyld dans le même calcaire, et signalées par M. Ch. d'Orbigny (1), ne permettent pas de douter qu'il ne représente le calcaire lacustre de Rilly. Ce sont : *Physa gigantea*, Mich., *Pupa sinuata*, id., *P. bulimoides*, id., *Helix hemispherica*, id., *H. luna*, id., *Clausilia exarata*, id. (*Megaspira rillyensis*, de Boissy).

Quelques doutes s'étaient élevés sur la véritable relation des bancs, que MM. Duval et Meillet plaçaient au niveau du calcaire pisolithique des environs de Paris, et M. Pomel (2) avait décrit comme en faisant partie les empreintes végétales dont on vient de parler ; aussi M. Hébert (3) s'est-il occupé de fixer les idées à cet égard, en étudiant, avec plus de soin qu'on ne l'avait encore fait, les divers points où ces couches s'observent autour de Sézanne et dans toute cette partie orientale du bassin. Il a fait voir qu'il n'y avait point de calcaire marin pisolithique là où l'on avait cru en trouver, et que de plus il existait une discordance de stratification réelle entre ce même calcaire marin des environs de Vertus et les couches d'eau douce de Sézanne, de Rilly, etc. Le lac dans lequel ces dernières se sont déposées aurait eu, suivant M. Hébert, 20 lieues de long du N. au S., et s'étendait dans les vallées de la Vesle et de la Marne. Les sédiments lacustres sont sensiblement horizontaux dans tout cet espace. Ainsi, à l'extrémité nord, près de Prouilly, la partie inférieure est à 150 mètres ; il en est de même à Rilly, et, à la butte des Crottes près de Sézanne, le calcaire à végétaux qui est la couche la plus récente et la plus élevée est à 170 mètres. A Rilly, l'épaisseur du dépôt est de 15 mètres, et à Sézanne, où la partie supérieure subsiste seule, les couches paraissent avoir été dérangées. Si, comme nous le pensons, les assises indiquées vers l'extrémité de la montagne de Reims, entre les lignites et la craie, appartiennent encore au calcaire lacustre inférieur, elles seraient beaucoup plus élevées que celles dont nous venons de parler. Enfin M. Hébert n'hésite pas à regarder ces dépôts comme plus anciens que la glauconie inférieure ; mais pour nous l'indépendance de cette dernière relativement aux

---

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 104. 1842.
(2) *Supplément de la Bibliothèque universelle de Genève*, août 1847.
(3) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 395. 1848.

lignites, et son niveau plus bas, nous engagent à maintenir, quant à présent, le parallélisme que nous avions proposé, et les contours encore mal connus du lac ne s'opposeraient point non plus à ce que les sables glauconieux se fussent plus ou moins avancés dans telle ou telle direction (1).

§ 8. Considérations générales.

Si après avoir exposé la succession des couches tertiaires depuis le versant nord du plateau central de la France jusqu'en Hollande, d'une part, et depuis les plaines crayeuses de la Champagne jusqu'aux roches arénacées du grès vert du Devonshire, de l'autre, nous cherchons quel peut être le rapport de la distribution des principaux groupes avec les caractères orographiques du sol actuel, nous arriverons à des conclusions tout à fait analogues à celles que l'examen des couches crétacées sous-jacentes nous a fait connaître dans le même espace; c'est-à-dire que les modifications tant organiques qu'inorganiques des dépôts qui se sont succédé pendant l'époque tertiaire, se trouvent coordonnées, comme celles de la période secondaire, à un certain nombre de *lignes* ou d'*axes* que l'hydrographie actuelle nous représente encore d'une manière remarquable.

Ainsi la formation tertiaire inférieure du nord de la France (2), dont les groupes s'échelonnent du N. au S. suivant leur ancienneté relative, vient s'appuyer au pied du versant nord de l'axe du Merlerault ou ligne de partage du bassin de la Seine et de la Loire, qu'elle ne dépasse pas. La ligne de partage des eaux de l'Artois et de la Flandre, dirigée O. 34° N. à peu près comme la précédente, sépare aussi le bassin tertiaire de la Belgique de celui de la Seine, de la même manière que son prolongement infléchi, qui forme l'axe de la vallée de Weald, sépare le bassin de Londres de celui du Hampshire.

La glauconie inférieure qui repose au N. sur la craie de Ciply,

(1) Diverses analyses ont fait connaître la composition; 1° de l'argile plastique entre Sézanne et le département de l'Aube; 2° d'une glaise reposant sur des sables grossiers et des conglomérats de silex de la craie, et qui constitue une véritable couche d'halloysite; 3° du calcaire à *Physa gigantea* d'Épernay; 4° d'autres calcaires lacustres et argiles des environs (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. X, p. 696, 698 et 699. 1846).

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II. p. 123, pl. I, 1846.

de Folx-les-Caves et de Maestricht, ou sur des formations plus anciennes, est la seule couche qui se montre identique de part et d'autre de l'axe de l'Artois. Les groupes si distincts et si nettement tranchés des sables inférieurs et du calcaire grossier s'arrêtent à la chaîne de collines qui s'étend de Noyon à Villequier-Aumont (Aisne). Plus au N., les caractères de ces deux groupes se confondent ; les calcaires et les sables, de même que les fossiles, ne présentent plus, dans leur distribution, cette précision si remarquable au S., et les divisions établies dans la Belgique ne leur correspondent que très imparfaitement. Le groupe des sables moyens, bien défini jusqu'à ces mêmes collines d'Ugny-le-Gay, au N., depuis Cassel jusqu'au delà de Tongres, en diffère sensiblement sous le rapport des fossiles comme sous celui des roches, et les analogies sont encore plus incertaines pour toutes les couches postérieures. On remarquera de plus que le calcaire grossier et les sables moyens ne dépassent point à l'O. la ligne de partage des eaux de l'Oise et de la Somme, prolongement de celle de la Sambre et de l'Escaut.

Quoique l'ouverture du canal de la Manche soit sans doute très récente, puisque nous l'avons placée entre le dépôt des cailloux roulés diluviens et l'alluvion ancienne, le relèvement des couches des deux côtés du détroit permet de penser qu'à partir des lignites, dont nous avons vu que les dépôts étaient parfaitement comparables en France et en Angleterre, il a existé pendant l'époque tertiaire comme pendant celle qui l'avait précédée, un bombement sous-marin dirigé N.-E., S.-O., et que nous avons nommé *ligne de la Manche*. Cette ligne est aujourd'hui marquée par une série de sondes qui se relèvent dans sa direction, depuis les rochers du Calvados jusqu'à l'endroit où elle coupe le prolongement de la ligne de l'Artois, sur le banc de sable de Colbart, point où il n'y a que 2 mètres d'eau et qui est précisément le moins profond de tout l'axe du canal.

Ce bombement occasionna les différences que l'on observe entre les dépôts tertiaires d'Angleterre d'une part, et ceux du nord de la France et de la Belgique de l'autre. La séparation des bassins de Londres et de Bruxelles suivait probablement une ligne un peu sinueuse qui prenait à une lieue et demie au sud de Calais, et se dirigeait vers Malines, en passant à l'O. de Gand, et laissant ainsi au N. les couches du *London clay* et du *crag* de la province d'Anvers. A l'est de Malines, suivant une observation très judicieuse que nous a communiquée M. d'Omalius d'Halloy, elle paraîtrait encore

être indiquée par le thalweg de la vallée du Demer, des deux côtés duquel l'aspect du pays est fort différent et se trouve sans doute en relation avec la nature du sol sous-jacent. « Il est probable, a dit » récemment M. J. Prestwich (1), que la mer tertiaire s'étendait » d'abord d'une manière continue sur l'espace occupé par les bassins » de Paris, du Hampshire et de Londres; qu'à une époque contem» poraine du changement des conditions dans la structure des ro» ches et dans la faune, changement qui est évident à la base des » argiles de Londres et de Bognor, il y eut une séparation entre les » bassins de Paris et du Hampshire, laissant ce dernier encore en » relation avec celui de Londres, durant la formation du *London* » *clay.* »

Pendant l'époque tertiaire, non plus que pendant la période crayeuse, ces diverses parties du grand bassin n'étaient pas toutes complétement isolées les unes des autres, et ces lignes de partage sans être tout à fait émergées, pouvaient se trouver cependant sous une si faible profondeur d'eau, que les animaux qui vivaient et les sédiments qui se déposaient fussent, de part et d'autre de ces digues ou banquettes sous-marines, dans des conditions physiques assez variées pour nous expliquer les différences que présentent aujourd'hui les fossiles et les roches du même âge.

Lorsque la formation tertiaire moyenne commença à se déposer la ligne du Mellerault, cessant de manifester son influence aussi complétement qu'auparavant, permit aux poudingues, aux sables et aux grès marins supérieurs, ainsi qu'aux marnes et aux calcaires lacustres qui leur ont succédé, de s'étendre depuis le nord de la France jusqu'au pied du plateau central, et des plaines de la Champagne jusqu'aux terrains anciens de la Bretagne. Nous ferons remarquer cependant qu'on n'a point encore signalé de fossiles marins, au delà de l'axe du Mellerault, dans les sables, les grès et les poudingues qui sont parallèles aux grès de Fontainebleau.

Mais si l'on considère les faluns coquilliers du bassin de la Loire, ceux de la Bretagne et les sables de la Sologne, comme parallèles au crag de l'Angleterre et de la Belgique, les différences organiques frappantes dont nous avons parlé, entre les premiers de ces dépôts et les seconds, se coordonnent encore à la ligne du Mellerault, dont le prolongement nord-ouest atteint la côte un peu au nord de Barne

(1) *Quart. Jour. geol. Soc. of London*, n° 12, p. 377. Novembre 1847.

ville (Manche) et est indiqué par une ligne de partage qui s'étend de Saint-Patrice-le-Clay à Saint-Pierre-des-Moitiers.

Les coquilles trouvées dans le Cotentin, et si parfaitement identiques avec celles du crag rouge du Suffolk, se rencontrent précisément dans des dépôts adossés au pied nord-est de cette ancienne barrière. Elles ont pu être ainsi en relation directe avec la mer du crag, et être séparées, au contraire, de celle des faluns qui ne dépassait pas non plus le prolongement sud-est de cette même barrière. Ces coquilles du crag du Cotentin sont en outre placées au delà du bombement que nous avons supposé exister pendant la plus grande partie de l'époque tertiaire, suivant l'axe du canal de la Manche et en deçà duquel, en France comme en Belgique, il n'y a aucune trace du crag ni d'autres dépôts de cet âge. Le crag d'Anvers est aussi placé au nord de la ligne que nous avons indiquée comme séparant le *London clay* du *système bruxellien*, et il représente aujourd'hui, de ce côté du canal, le dépôt contemporain du crag du Suffolk, comme les argiles de Rupelmonde ou de Boom représentent le *London clay* du même comté et celui d'Essex. D'après cela, au nord de Calais et de Douvres, l'axe actuel du détroit ne coïnciderait pas comme au sud avec l'ancienne séparation des bassins.

On doit donc reconnaître qu'il y a une certaine corrélation entre les caractères orographiques et hydrographiques du sol actuel et les différences organiques et inorganiques des dépôts qui se sont succédé non seulement pendant la période crétacée, comme nous avons essayé de le démontrer ailleurs, mais encore pendant l'époque tertiaire. Cette coordination à deux lignes parallèles, ou dont les directions ne diffèrent entre elles que de 3°, et à deux autres également parallèles et presque perpendiculaires aux précédentes, des principaux changements qui se sont produits dans l'espace que nous avons considéré, ne peut être le résultat du hasard ou de causes fortuites qui n'influent jamais avec cette permanence, ni avec cette sorte de symétrie ; aussi ces lignes doivent-elles traduire encore pour nous l'orographie du sol immergé pendant ce laps de temps.

Quant à l'explication de ces faits, elle peut se trouver dans la combinaison de mouvements oscillatoires du sol immergé ou émergé, mouvements qui auraient été en rapport avec les différences organiques et inorganiques observées dans les couches, de même qu'avec celles que présente la répartition des espèces fossiles. Il serait facile de combiner ces mouvements comme nous l'avons

essayé pour les couches secondaires ; mais ce serait sortir de notre cadre, et après avoir rappelé que Cuvier et Alex. Brongniart avaient invoqué, pour les environs de Paris, des alternances dans le retour des eaux douces et des eaux marines, explication qu'on a critiquée pour lui en substituer d'autres bien plus hypothétiques, nous ferons remarquer que le soulèvement d'une portion au moins des groupes tertiaires inférieurs (sables inférieurs, calcaire grossier, sables moyens et calcaire lacustre moyen), au-dessus de leur premier niveau, est prouvé par le fait seul qu'un plan horizontal passant par leurs points les plus élevés, tels que la montagne de Reims, les plateaux du Laonnais et la forêt de Villers-Cotterets, viendrait toucher les couches jurassiques, et même des terrains plus anciens, au sud et à l'ouest de la Loire, tandis qu'on a vu ces dépôts s'arrêter sur le versant nord de l'axe du Mellerault.

Appendice.

Nous réunirons sous le titre d'*Appendice* divers sujets qui n'ont pu entrer dans la description stratigraphique et géographique des formations dont nous venons de nous occuper, parce qu'ils auraient interrompu la succession naturelle des faits que nous avions à exposer. Ce sont : 1° des dépôts tertiaires isolés ; 2° diverses indications paléontologiques ; 3° le mode de formation des couches tertiaires ; 4° les puits naturels.

Dépôts tertiaires isolés

Les dépôts que nous mentionnerons ici sont probablement de l'âge du calcaire grossier, ou du moins ils appartiennent à la formation tertiaire inférieure ; mais leurs relations avec les couches contemporaines du bassin de la Seine, dont ils sont fort éloignés, est encore très obscure. Dans le Cotentin, le travail de M. J. Desnoyers (1) a depuis longtemps attiré l'attention sur un ensemble de couches marines, resserrées dans un espace fort étroit, et dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 15 mètres. Leur faune fort riche est assez différente de celle du calcaire grossier, comme leur position isolée pouvait le faire prévoir ; cependant elle montre dans ses caractères généraux une certaine analogie qui permet de la regarder comme contemporaine de cette dernière. Nous avons déjà dit (*antè*, p. 532) que l'âge des couches d'eau douce signalées aussi par M. Desnoyers

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, vol. II, p. 213 et 401. 1825.



et par M. de Caumont (1), entre Saint-Sauveur et Néhou, à Crosville, etc., et reposant sur les précédentes, pouvait représenter le calcaire lacustre moyen ou bien le supérieur.

Aux environs de Rennes, M. Toulmouche (2) a constaté que le bassin de la Chaussairie, composé de deux étages distincts, comme l'avait annoncé M. J. Desnoyers (3), présentait dans sa partie inférieure des alternances de calcaire grossier coquillier et de marnes vertes, jaunes et blanches. Un calcaire compacte, blanc, sans fossiles et d'apparence lacustre les recouvre, et, à peu de distance, des assises appartenant aux faluns leur succèdent. M. Payer (4) a signalé une discordance de stratification entre les faluns et le calcaire grossier des environs de Rennes. Ce dernier plongerait de 45° à l'O., tandis que les faluns le recouvriraient horizontalement.

Plus au S., dans le département de la Vendée, M. A. Rivière (5) a signalé, comme appartenant au terrain tertiaire inférieur, les couches marines de l'île de Noirmoutier, de la presqu'île de Bouin et de Saillertaine. Leur composition fait voir qu'il n'y avait point dans leur voisinage d'affluent fluviatile considérable, qui mélangeât ses sédiments avec ceux de la mer. Nous avons eu nous-même occasion de décrire ces assises de Noirmoutier, de Bouin, de Machecoul, de Saillertaine et de Challans (6). Elles occupent toute la partie sud de l'île précédente, où elles constituent des calcaires schistoïdes en grand, sableux, blanc-jaunâtre ou grisâtre. A l'O, elles plongent sous la mer de même qu'à l'E. où elles se relèvent ensuite le long de la côte pour former l'île de Bouin, et se rattacher au petit bassin de Machecoul. Ces couches, d'un aspect gréiforme assez remarquable, sont surtout caractérisées par la *Scutellina nummularia*, Ag., et la *Lenita faba* Des.

Paléontologie.

Nous avons indiqué dans chaque groupe les observations zoolo-

(1) *Mém. de la Soc. linn. de Normandie*, vol. V, 277.

(2) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. VIII, p. 337. 1835. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 42, pl. VI. 1835.

(3) *Ann. des sc. nat.*, février, 1829. — *Bull.*, vol. II, p. 443. 1832.

(4) *Compt. rend.*, vol. XIII, p. 483. 1841. — *L'Institut*, p. 27, sept. 1841.

(5) *Compt. rend.*, vol. X, p. 763. 1840. — *Bull.*, vol. XI, p. 295. 1842.

(6) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 139. 1846.

graphiques de détail qui pourraient s'y rapporter, mais il nous reste à mentionner quelques ouvrages plus étendus et qui ont traité des animaux fossiles en les considérant par classe. M. de Blainville a réuni et comparé dans son *Ostéographie* (1) une foule de documents qui avaient échappé à son illustre devancier et qui ont heureusement complété l'histoire des mammifères fossiles du terrain tertiaire en général, et du nord de la France en particulier. M. Deshayes avait entrepris dès 1824 la *Description des coquilles fossiles des environs de Paris* (2), qui fut terminée en 1837. Ce travail, dans lequel l'auteur a réuni, à tout ce que de Lamarck, Brard, Alex. Brongniart, de Férussac, Defrance, etc., avaient déjà fait connaître, une immense quantité d'espèces nouvelles dont il a discuté les caractères avec beaucoup de sagacité, est en quelque sorte un monument élevé à la connaissance du terrain tertiaire du bassin de la Seine. La persévérance avec laquelle M. Deshayes a accompli sa tâche, à travers les difficultés qui accompagnent presque toujours des entreprises aussi considérables, doit faire espérer qu'il la complétera en donnant un supplément pour toutes les coquilles, déjà assez nombreuses, qui ont été découvertes depuis 15 ans. Aujourd'hui que la position relative de chaque couche et son extension géographique sont déterminées avec une certaine précision, la distribution et la comparaison des espèces dans les divers termes de la série tertiaire du bassin offriraient sans doute un intérêt plus grand qu'à l'époque où le savant naturaliste a commencé son ouvrage. Nous avons déjà eu occasion de citer plusieurs fois le travail de M. Melleville (3), et nous mentionnerons le nouveau genre *Deshayesia*, proposé par M. V. Raulin (4), pour une coquille des sables supérieurs, voisine des Natices et des Nérites, ainsi qu'une note de M. Caillat (5) sur de nouveaux fossiles de Grignon.

La classe des radiaires échinodermes, trop longtemps négligée, a

---

(1) *Ostéographie ou description iconographique comparée du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles, pour servir de base à la zoologie et à la géologie*, in-4° et atlas in-fol. Paris, 1839-1846.

(2) 3 vol. in-4, dont un atlas de 106 planches. Paris, 1824, 1837.

(3) *Mém. sur les sables tertiaires inférieurs du bassin de Paris*, etc., avec 10 pl. (*Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 1. 1843.)

(4) *Magasin de zoologie de Guérin*, mollusques, pl. III, année 1844.

(5) *Mém. de la Soc. des sc. nat. de Seine-et-Oise*, 1835.

trouvé dans MM. Agassiz et Desor (1) deux savants qui ont puissamment contribué à lui donner l'importance qu'elle mérite dans l'histoire des terrains, et celui dont nous nous occupons leur doit une révision rigoureuse des espèces recueillies aux environs de Paris. Leur travail a débrouillé et fixé les caractères d'échinodermes encore mal définis ou inconnus, mais il ne peut suppléer à une monographie locale qui est encore à désirer. Pour les polypiers la lacune a été comblée par M. H. Michelin (2). Les planches 43 à 46 de son bel ouvrage représentent 66 espèces des couches tertiaires inférieures du bassin de la Seine, et les planches 74 à 79 les polypiers des faluns de la Touraine, de l'Anjou et de la Bretagne au nombre de 59. MM. Milne Edwards et J. Haime, dans le grand travail dont ils s'occupent pour une classification générale des polypiers, établie d'après les caractères organiques des animaux vivants, ont déjà publié la monographie de la famille des *Turbinolides* (3), et fait connaître le prodrome de celles des *Astérides* et des *Eupsamides* (4), qui renferment un assez grand nombre d'espèces fossiles provenant des formations précédentes, tant du bassin de la Seine que de celui de la Loire.

Enfin la flore tertiaire du nord de la France encore peu connue ne semble pas devoir présenter de grandes richesses aux investigations futures. Cependant les recherches de M. Pomel (5) ont augmenté le petit nombre des genres et des espèces déterminés jusqu'à présent, surtout dans le calcaire grossier des environs de Paris (Algues, Characées, Naïades, Palmiers, Amentacées, Phyllites et Conifères), et nous avons dit que le même naturaliste avait décrit les végétaux du calcaire lacustre inférieur de Sézanne (6).

Mode de formation des dépôts tertiaires.

M. Constant Prévost avait depuis longtemps émis sur le mode de formation des dépôts tertiaires du bassin de la Seine des idées en opposition avec celles de Cuvier et d'Alex. Brongniart, et nous

(1) *Catalogue raisonné de la classe des échinodermes.* (*Ann. des sc. natur.*, 3e sér., vol. VI, VII, VIII. 1847.

(2) *Iconographie zoophytologique*, in-4, avec 79 pl. Paris, 1840, 1847.

(3) *Ann. des sc. nat.*, avril, mai 1848.

(4) *Compt. rend.*, vol. XXVII, p. 465, 490. 1848. — *L'Institut*, 13 déc. 1848.

(5) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 307. 1845.

(6) *Supplément de la Bibliothèque universelle de Genève*, août 1847.

n'aurions pas eu à y revenir nous-même, si ce savant, à la suite de communications sur l'âge du calcaire de Château-Landon, ne les avait reproduites en les appuyant de figures propres à les faire bien saisir.

« Les dépôts qui composent le sol des environs de Paris, dit » M. C. Prévost (1), ont été formés par des causes diverses qui » n'ont pas toujours agi successivement ou alternativement; plu- » sieurs ont été en action dans un même temps et ont donné lieu » localement à des effets différents; tandis que d'une autre part des » produits physiquement identiques ont été formés dans des temps » distincts.

» En considérant l'espace au centre duquel se trouve Paris comme » un ancien golfe ou estuaire s'ouvrant dans la mer vers le N. et » le N.-O., et entouré dans les autres directions par des terres » d'où provenaient des cours d'eau douce, on voit pour ainsi dire » deux grandes causes opposées, fonctionnant simultanément, et » donnant lieu à des formations nécessairement distinctes par leurs » caractères comme par leur origine. La *cause* marine venant du » N. et du N.-O. a produit des dépôts marins désignés par les » numéros 1 (probablement les sables inférieurs, le calcaire gros- » sier et les sables moyens) et 2 (marnes marines, sables et grès de » Fontainebleau), et la *cause fluviatile* a apporté de l'E., du S.-E. » et du S. les matériaux des sédiments indiqués par les chiffres » 3, 4 et 5 (calcaire siliceux et de Château-Landon, gypse et » marnes, calcaire lacustre supérieur). L'inspection de la figure 2, » pl. VII, suffit pour faire comprendre les rapports de tous ces dé- » pôts entre eux et pour faire voir comment ils peuvent être isolés » sur certains points, confondus, enlacés, alternatifs au contraire » sur d'autres, suivant une foule de circonstances locales. Les dé- » pôts marqués par le chiffre 6, dus à des sources calcarifères et » silicifères, sont encore venus s'interposer, s'immiscer les uns » continuement, les autres à diverses reprises, dans les formations » d'origine marine ou fluviatile. »

Tel est l'exposé des idées de M. C. Prévost, qui, cherchant toujours la vérité avec autant d'ardeur que de bonne foi, nous permettra quelques observations, dans lesquelles il ne verra de notre part, nous en sommes convaincu, que le désir d'atteindre un but que

---

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 329, pl. 7. 1838.

lui-même s'est proposé. D'après la légende théorique (pl. VII, fig. 2), et ce que dit l'auteur (p. 331), « que la coupe est supposée faite de l'ouverture du golfe vers son fond, » on pourrait croire que sur un des points du bassin, dans sa partie nord-ouest par exemple, tous les dépôts marins sont surperposés sans intermédiaire de dépôts lacustres, tandis que sur un autre que l'on peut supposer au sud-est ce serait l'inverse, et il n'y aurait que des sédiments fluviatiles et lacustres. Mais comme dans la nature il n'en est pas ainsi, nous admettrons que la figure n'exprime qu'imparfaitement la pensée de M. C. Prévost.

Le savant professeur paraît accorder ensuite aux dépôts fluviatiles ou de transport par les courants venant des terres émergées voisines une importance qui n'est pas en rapport avec les caractères des couches. Ainsi nous cherchons en vain dans celles-ci des preuves de grand charriage ; nous n'y trouvons rien qui rappelle une action de ce genre un peu considérable ; nous ne voyons que des dépôts de marnes, de calcaires marneux, de silice, de gypse qui semblent s'être formés tranquillement dans des bassins lacustres et résulter de matières apportées, puis abandonnées par des sources. Quant aux produits sableux, argileux ou détritiques des courants d'eau douce, ils sont très faibles relativement aux précédents, et la comparaison des phénomènes actuels soit fluviatiles, soit lacustres, vient appuyer cette objection.

Si ces dépôts d'eau douce résultaient d'affluents fluviatiles plus ou moins nombreux, mais que M. C. Prévost réduit à trois pour simplifier son raisonnement, n'y verrait-on pas dominer les cailloux roulés et les sables plus ou moins argileux avec les caractères de stratification qui leur sont propres et qu'on observe dans les dépôts plus récents des grandes vallées. Les sédiments des groupes du calcaire lacustre supérieur et du calcaire lacustre moyen, pas plus que le gypse ne peuvent être attribués à la cause fluviatile, et cette dernière n'y est certainement entrée que pour une très faible part, puisque, de l'extrémité de la montagne de Reims à Louviers, et de la forêt de Villers-Cotterets à Château-Landon, on ne trouve dans ces deux groupes aucune couche de cailloux roulés, de gravier ou même de sable qui indique une action mécanique de quelque importance. Nous ferons remarquer encore que les dépôts qui accusent le mieux l'un une action torrentielle énergique et l'autre une action fluviatile extrêmement étendue n'appartiennent à aucune des *formations lacustres* de l'auteur. Ce sont les poudingues de la val-

lée du Loing et les lignites. Ces derniers ou les argiles qui les représentent forment une zone de plus de 100 lieues du S.-E. au N.-O., et qui n'est en rapport avec aucun des affluents supposés.

La présence des coquilles d'embouchure ou d'eau saumâtre, fluviatiles et terrestres, d'ossements de mammifères et de reptiles, soit réunis exclusivement dans la même couche, soit mélangés avec des coquilles marines, n'est rien autre chose que ce qui a eu lieu à toutes les époques dans les eaux douces formant des bassins isolés, dans le voisinage plus ou moins immédiat de la mer, ou sur les côtes mêmes; mais dans ce dernier cas les débris d'animaux terrestres mêlés avec ceux des eaux salées n'empêchent pas que ce ne soit un dépôt essentiellement marin, car la plus grande partie des sédiments ne se formant qu'à une faible distance des continents, et à des profondeurs qui ne sont pas très considérables, tous doivent présenter et présentent en effet des débris d'animaux terrestres apportés par des cours d'eau; aussi la distinction de dépôts *fluvio-marins* et *pélagiques* nous semble-t-elle peu justifiée. On ne peut pas dire, en effet, ni où l'un finit ni où l'autre commence, et nous ignorons à peu près complètement les caractères des dépôts qui, se formant à des distances de 100 ou 200 lieues des côtes, seraient les seuls que l'on pourrait appeler réellement pélagiques.

Quant à l'enchevêtrement supposé des dépôts marins et lacustres, il est plus apparent que réel, car en supprimant la *cause fluviatile* qui n'est que très secondaire, et qui d'ailleurs a agi aussi bien pendant les dépôts marins que pendant les dépôts lacustres, on voit que la profondeur des eaux, soit douces, soit salées ou saumâtres, la forme des rivages des lacs ou de la mer et enfin le centre de ces mêmes lacs ou celui du golfe ayant incessamment varié pendant les temps représentés par les groupes que nous avons admis, il en est résulté que les sédiments correspondants à ces mêmes temps ne se succèdent pas régulièrement des bords du bassin général actuel vers le centre, ainsi que nous l'avons dit en commençant et comme ont dû le prouver surabondamment les détails stratigraphiques dans lesquels nous sommes entré. Ainsi tel groupe est plus puissant dans une direction que dans une autre, ou bien est recouvert transgressivement et dépassé à l'E. et au S., tandis qu'au N. il s'étend beaucoup plus loin que celui qui lui a succédé, etc. Nous ne pouvons donc admettre la simultanéité d'aucun des groupes ni même des étages que nous avons établis. Pour nous leur formation a été successive, et leur super-

position dans un ordre constant et invariable est prouvée par les coupes naturelles que nous avons données et où la série des six groupes tertiaires du bassin de la Seine directement superposés ne permet pas d'adopter le synchronisme de deux quelconques d'entre eux. Nous pourrions d'ailleurs en appeler aux coupes (fig. 3 et 4) données par M. C. Prévost lui-même, lesquelles quoique tracées sans altitudes, sans hauteurs et sans épaisseurs relatives des couches, comme sans échelle des longueurs, ne se prêtent que très imparfaitement aux explications de l'auteur (1).

M. Melleville (2) qui s'est beaucoup occupé de la partie septentrionale du bassin de la Seine, avait pensé, après avoir suivi le

---

(1) Nous croyons utile de reproduire ici textuellement la note que nous avons donnée sur ce sujet en 1839. (*Bull.*, vol. X, p. 189.)

« On a été frappé depuis longtemps de la différence géologique » que présentent les deux côtés de la vallée de la Seine, au nord et » au sud de Paris, et, faute d'étendre assez loin les observations, on » en avait conclu un parallélisme entre le calcaire siliceux de la » rive droite avec ses marnes, son gypse, etc., et le calcaire gros- » sier de la rive gauche; mais si l'on se rappelle que sous ces mêmes » couches lacustres de la plaine de Saint-Denis se trouvent les cou- » ches argileuses de l'étage des lignites, puis des sables et la glauco- » nie grossière avec Nummulites, c'est-à-dire des couches parallèles à » celles qui sont à la base des collines de Meudon, de Vanvres, de Vau- » girard, etc., au S., comme autour de Luzarches au N., on sera » porté à penser que cette disposition est le résultat d'une dénuda- » tion du calcaire grossier, semblable à celle qui a produit les val- » lées actuelles; dénudation qui aurait eu lieu à la fin de la période » du calcaire grossier, et qui était alors d'autant plus facile que les » couches étaient plus récentes. La grande cavité produite par ce » phénomène a été ensuite comblée par les sédiments lacustres. Un » mouvement du sol qui aurait relevé les coteaux d'un des bords » de la Seine peut encore avoir concouru plus tard à la disposition » actuelle des couches.

» Cette hypothèse n'est d'ailleurs que l'application, à une époque » ancienne, d'actions qui se sont manifestées depuis sur ces mêmes » assises. Si un lac venait à occuper à présent l'espace compris » entre Reims et Péronne, et qu'il s'y formât des dépôts analogues » à ceux qui sont au nord de Paris, on aurait une disposition et » une relation des couches marines et d'eau douce semblable à ce » que nous voyons au nord, à l'est et à l'ouest de la capitale. On » trouverait des lambeaux de dépôts marins tertiaires ou des es- » pèces de caps s'avançant au milieu des sédiments lacustres, et » sous ceux-ci on rencontrerait des couches qui représenteraient » le prolongement et les restes des premiers sédiments marins. »

(2) *Bull.* vol. X, p. 16, pl. I. 1838.

calcaire grossier et les couches qui le recouvrent depuis Paris jusqu'à la rive gauche de l'Aisne, que ce calcaire n'était plus représenté, sur la rive droite et au delà, que par un sable calcaire très coquillier, tandis que les bancs calcaires solides et puissants qui constituent les plateaux jusqu'à Laon, et des environs de Reims à Compiègne, appartenaient à un étage tout à fait distinct du calcaire grossier des environs de Paris, étage qu'il proposa de nommer *calcaire laonnais*. Par suite, ce calcaire et les marnes qui le recouvrent devenaient parallèles aux meulières et au calcaire lacustre moyen, et le *Cerithium giganteum* se trouvait caractériser deux niveaux géologiques différents. A l'appui de cette nouvelle classification, l'auteur avait donné des coupes et une *Carte géologique du nord du bassin de Paris* (1); mais comme il a reconnu plus tard qu'elle n'était pas fondée, nous ne rappellerons point la réfutation que nous en avons faite (2), ainsi que de plusieurs autres opinions que nous ne pouvions partager.

Le même géologue, d'accord à certains égards avec M. C. Prévost, croit que parmi les étages tertiaires dont nous parlons, il y en a plusieurs qui sont placés bout à bout et par conséquent parallèles, quoique très différents par leur nature et par leur origine (3), et quoiqu'on ne puisse pas les regarder comme contemporains. Après avoir rappelé les exemples que nous avons déjà mentionnés d'amas d'argile subordonnés aux sables inférieurs, M. Melleville cite des points où, suivant lui, les sables inférieurs, ou les argiles qui les surmontent, atteindraient le niveau du calcaire grossier. Dans une coupe de Villers-Cotterets à Nanteuil, le calcaire lacustre reposerait immédiatement sur le calcaire grossier à Gondreville et à Pérov, de même qu'entre Villeneuve-sur-Fère et la vallée de la Marne. Mais nous pensons que malgré la grande variabilité qu'éprouve l'épaisseur des sables et grès moyens, ceux-ci ne manquent pas complétement dans l'espace indiqué : nous pensons aussi que dans la coupe de Folembray à Condren (fig. 5) il n'est pas probable que l'argile plastique recouvre la craie blanche sans aucun intermédiaire.

Ainsi, tout en admettant avec M. Melleville que les argiles avec lignites ne forment pas de bancs continus de Reims à Noyon, mais constituent des amas isolés, amygdaloïdes, intercalés à la base des

(1) Une feuille. Paris, 1839. — *Bull.*, vol. X, p. 253. 1839.
(2) *Bull.*, vol. XII, p. 224. 1841.
(3) *Ibid.*, vol. XIV, p. 73. 1842.

sables inférieurs, et que le système argilo-sableux (1er étage), placé sous le calcaire grossier, est disposé d'une manière à peu près analogue, nous ne croyons pas qu'il en soit de même du calcaire grossier, lequel n'aurait jamais recouvert les espaces où on le voit manquer, espaces, dit l'auteur, occupés en général par les vallées. D'après cette hypothèse, il se serait déposé dans des bassins irréguliers, dont les limites seraient indiquées aujourd'hui par les contours de ces mêmes vallées. Sans doute les sables moyens manquent sous une partie du calcaire lacustre du département de la Marne; mais il ne paraît pas qu'il en soit ainsi pour les localités citées dans ceux de l'Aisne et de l'Oise. Enfin, par suite des grandes variations que nous avons reconnues dans l'épaisseur de ces mêmes sables moyens, les calcaires lacustres, qui les recouvrent ont aussi des épaisseurs très inégales; mais rien ne prouve que ces derniers aient été déposés dans des lacs distincts, tandis qu'il est très probable qu'il n'y avait qu'un seul lac, de profondeur variable et en rapport avec les inégalités des sables sous-jacents.

Puits naturels.

Cette manière d'envisager la formation des couches tertiaires a conduit aussi M. Melleville à supposer qu'elles sont dues à des sources calcarifères qui se seraient élevées à travers les assises de sable, par des puits naturels qu'il a remarqués dans diverses localités. « J'ai pu constater leur présence, dit-il (1), dans les sables inférieurs, » les argiles plastiques, le terrain lacustre moyen et les gypses. » J'eus ensuite plusieurs fois occasion de voir que, quel que soit le » niveau du terrain à la surface duquel ils débouchent, ils le tra- » versent non seulement de part en part, mais percent encore » chacun de ceux placés au-dessous, et descendent ainsi jusqu'à la » craie où ils s'enfoncent à une profondeur inconnue.

» Il y a des puits qui débouchent de la craie pour s'arrêter au ni- » veau supérieur des argiles plastiques. Ils sont ordinairement » remplis par des argiles pyriteuses. D'autres traversent toute la » masse des sables inférieurs pour se terminer à la surface du cal- » caire grossier. Ceux-ci sont généralement occupés par des argiles » jaunes, auxquelles sont associés des filets verticaux de sable et des » cailloux de quartz dont le grand axe est aussi dans une position » verticale. Enfin d'autres puits naturels traversent tout ensemble » les sables inférieurs, le calcaire grossier, le terrain lacustre moyen,

(1) *Bull.*, vol, XIV, p. 184. 1843.

» ainsi que les gypses. Ces derniers sont souvent remplis par des
» marnes blanches.

» (P. 186.) Les puits naturels ne sont que d'anciens canaux semblables à ceux des sources des rivières actuelles, mais d'une plus grande dimension, par lesquels les eaux des contrées élevées en jaillissant autrefois sous les lacs du bassin parisien y apportaient non seulement les matières terreuses, entraînées au fond des hautes vallées d'où elles venaient, mais encore en partie des roches qu'elles corrodaient dans leur course souterraine, etc... Ainsi les argiles tertiaires (p. 187) ne seraient que des argiles plus anciennes remaniées, ou celles entraînées par les eaux pluviales au fond des hautes vallées, et transportées dans le bassin de Paris, à travers les canaux souterrains des puits naturels. Les calcaires et les marnes tertiaires seraient les calcaires secondaires dissous et rapportés à la surface; les gypses, formation inexplicable par les anciennes théories, ne seraient autre chose que des gypses anciens remaniés, etc. »

L'auteur explique ensuite la manière dont il conçoit que les bassins formés successivement par les trois groupes sableux ont pu être remplis; mais on doit regretter qu'il ait complétement omis de citer dans son mémoire les localités précises où il avait observé ces puits traversant plusieurs groupes tertiaires à la fois et se prolongeant même dans la craie, car les géologues venus après lui auraient sans doute appuyé de leur témoignage d'abord les faits, et ensuite les conséquences qu'il a déduites de ses recherches. Pour nous, qui avons eu aussi occasion de voir beaucoup de ces puits naturels, nous n'en avons trouvé aucun qui passât d'un groupe dans un autre (1); tous avaient été remplis par le dépôt de transport de la surface, et les observations multipliées qu'a faites M. de Sénarmont (2) dans le département de Seine-et-Oise sont en cela d'accord avec les nôtres.

En donnant une explication des coupes théoriques qui accompagnent sa communication, M. Melleville a encore émis cette opinion qui paraît lui être propre, savoir que l'espace occupé par le bassin de la Seine pendant l'époque tertiaire n'était pas un estuaire, mais une mer intérieure ou caspienne, sans communication per-

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 246, 250. 1843.

(2) *Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise*, p. 46.

manente avec la haute mer et dans laquelle n'affluait aucun cours d'eau un peu considérable. Cette caspienne aurait été alternativement remplie par des eaux marines qui auraient transporté les sables inférieurs, moyens et supérieurs, puis par des eaux douces qui auraient charrié à leur tour, de l'intérieur de la terre et par des siphons ou puits naturels, toutes les matières argileuses, calcaires, gypseuses, marneuses et siliceuses. En outre, cette mer se serait divisée à plusieurs reprises en un certain nombre de petits bassins. Dans une seconde coupe de la même surface, mais supposée postérieure au creusement des vallées, l'auteur fait comprendre comment la disposition actuelle du sol résulte de la destruction des couches meubles de sable, partout où elles n'étaient point protégées par des dépôts plus résistants, argileux, marneux ou calcaires.

Nous ferons observer, relativement à cette dernière hypothèse, que si d'une part elle est appuyée par cette circonstance, que du point le plus bas du bassin, ou au-dessous de la plaine de Saint-Denis, certaines couches tertiaires se relèvent à l'O. et au N.-O. à peu près comme dans les autres directions, de l'autre elle est en contradiction avec toutes les opinions émises jusqu'à présent, et de plus avec cette circonstance bien connue, que la faune d'une mer fermée ou d'une caspienne est toujours très pauvre en espèces d'animaux mollusques. Telles sont la mer d'Aral, la mer Caspienne, et même la mer Noire et la Baltique qui ne sont pas complétement fermées; or le calcaire grossier offre une variété de genres et d'espèces tout à fait incompatible avec la supposition énoncée plus haut.

M. Le Blanc (1) a étudié avec le plus grand soin, aux environs de Paris, des puits naturels qui aboutissent en général au sable rouge superficiel, descendant plus ou moins dans les couches sous-jacentes. Il les a particulièrement observés dans les travaux des fortifications à Ivry, Montrouge, Vaugirard, au bois de Boulogne, à La Chapelle-Saint-Denis, au Mont-Valérien, etc. Leur diamètre est de 1 à 4 mètres et même davantage. Beaucoup d'entre eux traversent le calcaire grossier exploité, et il y en a que l'on a reconnus sur une hauteur de 16 mètres. Les parois et le fond sont tapissés d'argile rouge, fine, et le centre est occupé par le sable rouge le plus grossier; le dessus, en forme de poche, est rempli de sable de même couleur, de silex dont le grand axe est vertical et de fragments de grès et de

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 360. 1842.

meulière. De plusieurs de ces puits partent, entre les bancs du calcaire grossier, de petits conduits qui montrent des traces du passage prolongé des eaux, et qui souvent aussi sont remplis de l'argile fine qui revêt les parois des puits. Au-dessus de cette même argile on trouve quelquefois des filets rudimentaires de sable, d'argile et de calcaire qui semblent se raccorder avec de petits lits subordonnés à la partie supérieure des marnes du calcaire grossier.

L'auteur pense que ces cavités sont des puits d'éjection qui ont émis successivement les calcaires, le sable rouge, peut-être le limon, et qui, à une époque postérieure, sont devenus absorbants, comme ils le sont encore aujourd'hui. M. Le Blanc cite enfin des puits qui auraient été remplis par le calcaire lacustre de Saint-Ouen, et d'autres dans le gypse, remplis par les marnes supérieures, et il est porté « à considérer, avec M. Melleville, tout le terrain tertiaire des » environs de Paris comme formé par diverses matières dissoutes ou » tenues en suspension, et éjectées par des sources, successivement » dans la mer et dans des lacs d'eau douce, pendant que tout le » sol des environs était à un niveau inférieur à celui qu'il occupe » aujourd'hui. »

Il y a sans doute quelque difficulté à expliquer plusieurs des faits décrits par M. Le Blanc, en supposant que le remplissage des puits a eu lieu par l'orifice supérieur et non par le bas, comme il l'admet avec M. Melleville; cependant nous pensons que, dans le plus grand nombre des cas, c'est ainsi qu'il s'est effectué, et ce que nous avons dit (*antè*, p. 458) des puits naturels de l'est de l'Angleterre tend à prouver en effet que les matériaux sont descendus de la surface, entraînés par les eaux pluviales dans des cavités préexistantes.

CHAPITRE IV.

TERRAIN TERTIAIRE DES BASSINS SUPÉRIEURS DE LA LOIRE ET DE L'ALLIER.

Le bassin supérieur de la Loire et celui de l'Allier ont sans doute été en rapport direct avec le bassin inférieur de la première de ces rivières pendant la période tertiaire moyenne, mais seulement à l'époque du calcaire lacustre. Il est douteux que ces relations aient existé auparavant, et elles ne paraissent pas s'être continuées après, du moins en ce qui concerne les dépôts marins; car aucune couche tertiaire de cette nature n'ayant encore été signalée dans les deux bassins dont nous allons nous occuper, on peut en induire que les eaux dans lesquelles se sont déposés tous les sédiments marins situés plus au nord n'y ont pas pénétré. Placés au-dessus du niveau de l'Océan, ces bassins ont pu être occupés dans le même temps par des eaux douces et en partie remplis de dépôts lacustres, arénacés ou argileux, qui se trouveraient par cela même contemporains de certaines couches marines du nord. Mais ici le parallélisme dans l'étude des détails n'a plus cette précision que nous avons reconnue précédemment, et nous pourrons à peine, avec le secours de quelques fossiles, y distinguer les représentants des trois principales divisions du terrain tertiaire. L'absence d'horizon bien tranchée dans ces deux bassins nous les fera décrire géographiquement du N. au S. et par département.

Au nord-ouest de Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire), dit M. Rozet (1), comme aux environs de Cronat et de Vitry-sur-Loire, on trouve un calcaire d'eau douce avec Paludines, Hélices et des tubes de Phryganes. Entre Digoin et l'embouchure de la Reconce, le dépôt

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. IV, p. 128. 1840. — Voyez *anté*, p. 192 et 207. — Voyez aussi : Manès, *Statistique minéralogique et géol. du départ. de Saône-et-Loire*, p. 158; in-8 avec carte. Mâcon, 1847.

lacustre est composé de marnes et de calcaires blanchâtres, et il renferme des ossements d'*Anthracotherium* (1).

Département de l'Allier.

Les couches qui bordent le plateau de transition au sud et au nord de Cusset ont été décrites par M. Viquesnel (2), qui y a trouvé un poisson de la famille des perchoïdes, des Cypris et des tubes de Phryganes. Dans la colline du Vernet ce sont des marnes blanches, en assises plus ou moins épaisses, renfermant des lits subordonnés d'argile et de calcaire marneux, et, vers le haut, des calcaires alternant avec des lits de marne et d'argile. Des arkoses paraissent être sur d'autres points contemporaines de ces argiles. C'est aussi dans cet étage que M. Gaultier de Claubry (3) a découvert à Saint-Pourçain des ossements de *Palæotherium*, de Crocodiles, de Tortues et de poissons.

M. C. Boulanger (4) regarde comme contemporaines, mais d'origine différente, les couches lacustres des vallées du Cher et de l'Aumence où dominent les roches arénacées et les marnes, et celles de la vallée de l'Allier où les calcaires sont au contraire fort abondants. Les grès de la vallée du Cher et des environs de Cosne sur l'Aumence sont à ciment argileux, rouges, blancs ou jaunâtres, quelquefois panachés et formés aux dépens des roches cristallines environnantes. Ils passent souvent à un conglomérat par la grosseur de leurs éléments, tandis que sur d'autres points l'argile prédomine. Ces grès et ces argiles sans fossiles, qui semblent être le prolongement des poudingues des environs de Sancerre et du Berry, quoique de composition différente (*antè*, p. 549), passent insensiblement, vers le haut de l'étage, à des calcaires blancs, compactes, associés à des couches de silex blancs ou diversement colorés, avec Lymnées.

Les dépôts lacustres de la vallée de l'Allier s'étendent d'Issoire à Veurdre, et occupent une grande partie de l'intervalle compris entre la Loire et l'Allier, où ils sont recouverts par des sables rapportés à la formation tertiaire supérieure. Quelques couches arénacées sont subordonnées à ce grand ensemble de dépôts calcaires, comme on le voit entre Lapalisse et Chatelut, à Mangenest, un peu au sud

(1) Cette découverte est due à M. de Saint-Léger. (*Bull.*, vol. VIII, p. 186. 1837.)

(2) *Bull.*, vol XIV, p. 145. 1843.

(3) *Acad. des sciences*, 28 sept. 1840. — *L'Institut*, 1er oct. 1840.

(4) *Statistique géologique et minér. du départ. de l'Allier*, p. 196: in-8. 1844.

d'Isserpent et près de Saint Prix, sur les bords de la Bèbre, où les grès renferment de grands cristaux de feldspath provenant du granite porphyroïde. Les Hélices, les Paludines, les Lymnées et les *Cypris* sont plus ou moins répandues dans ces diverses couches, et les débris de mammifères y sont assez fréquents, surtout aux environs de Gannat, de Langy, de Vaumas et de Chatelut. Dans les carrières de Montlibre on les trouve dans le calcaire, et dans celles de la Justice et de Chatelut c'est une roche sablonneuse qui les renferme.

Les sables, les grès et les conglomérats occuperaient, d'après M. Boulanger, le littoral de l'ancien bassin, et les marnes feuilletées vertes et blanches de la partie centrale en seraient contemporaines. Les calcaires constitueraient des bancs subordonnés vers la partie supérieure des uns et des autres. Ils seraient le produit de sources minérales semblables à celles de Vichy, sources qui pendant les périodes précédentes auraient aussi apporté les calcaires secondaires. Les sources de Néris ont pu déposer ceux de la vallée du Cher, et le lambeau de la Châtre serait dû à une source particulière. L'absence de débris volcaniques dans toutes ces assises du département de l'Allier permet, suivant l'auteur, de les rapporter, comme le calcaire lacustre de la Limagne, aux formations tertiaires inférieure et moyenne.

Quant à la formation supérieure, elle serait représentée par un grand dépôt d'alluvion qui recouvre les précédentes dans tout l'espace qui, comme on l'a dit, sépare la vallée de la Loire de celle de l'Allier. Il est peu épais et ses caractères sont assez uniformes. Ce sont des sables quartzeux, des galets de quartz hyalin et de basalte qui diminuent en s'avançant du S. au N. Ces éléments, lorsqu'ils sont agglomérés, passent à une sorte de poudingue ou à un grès peu solide. Le dépôt paraît dû à un grand courant descendant des montagnes d'Auvergne et dirigé principalement dans le sens de la vallée de l'Allier. On a déjà vu (*antè*, p. 197 et 200) que l'apparition des basaltes du centre de la France n'était probablement pas antérieure au dernier soulèvement des Alpes; par conséquent, s'il y a des fragments de cette roche dans le dépôt dont nous parlons, il semble appartenir plutôt à l'époque quaternaire qu'à l'époque tertiaire.

M. Poirier (1) a donné des détails intéressants sur les couches

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 346. 1846.

traversées par le chemin de fer des mines de Bert. Ce sont, à la partie supérieure, des calcaires alternant assez souvent avec des couches minces d'argile un peu verdâtre, et vers le bas des grès avec des sables et des argiles semblables à celles qui accompagnent les calcaires. Le tout est recouvert sur les bords par des sables de la formation supérieure. Ces recherches avaient surtout pour objet les débris de mammifères fossiles déjà signalés comme très abondants sur d'autres points du département. La carrière de la Justice, sur la commune de Vaumas, dans la vallée de la Bèbre, ouverte dans des bancs de sable et de grès, a présenté surtout une grande quantité d'ossements. Celles de Châtel-Perron et de Peublanc, dans la commune de Sorbiers, en ont offert également. Les Hélices sont en outre assez constantes dans les calcaires, et près de Dompierre se voient des marnes pétries de Cyrènes et une autre couche où abonde le *Cerithium Lamarckii*, Desh.

M. A. Pomel (1), qui s'est occupé de déterminer les débris de vertébrés fossiles recueillis à Vaumas par M. Poirier, et par d'autres collecteurs à Saint-Gérand-le-Puy, a publié deux notices dans lesquelles il a indiqué et discuté les caractères des genres et des principales espèces qu'il y a reconnus. En résumé, dit-il, la faune de la formation tertiaire moyenne du Bourbonnais se compose de 12 carnassiers, 4 rongeurs, 14 pachydermes, 5 ruminants, de nombreux oiseaux, 12 reptiles, 1 ou 2 poissons, 1 insecte, puis des Hélices, des Lymnées, des Paludines, des Cérites, des Cyrènes et des *Unio*.

Département du Puy-de-Dôme.

On doit à M. L. Ramond (2) la traduction du mémoire allemand, publié en 1830 par M. Kleinschrod (3), sur une partie de l'Auvergne, et nous n'avons point à revenir sur ce travail fort bon pour le moment où il parut, mais depuis lequel plusieurs essais de classification ont contribué à éclaircir beaucoup de questions alors douteuses. M. H. Lecoq (4) a fait remarquer que dans toute l'Auvergne les effets des eaux minérales avaient été graduels et successifs. D'abord elles ont produit de la silice, de l'arragonite bien cristallisée, des calcaires plus ou moins cristallins qui ont été recouverts

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 365, et vol. IV, p. 378. 1846.
(2) *Aperçu géologique sur une partie de l'Auvergne*, etc. (*Ann. scient. de l'Auvergne*, vol. X, p. 193. 1837).
(3) *Hertha*, vol. XIV.
(4) *Ann. scient., littér., etc., de l'Auvergne*, vol. VII, p. 33. 1834.

par des travertins compactes à pâte fine, puis grossière (Nonnette, Nectaire); après un certain laps de temps, les eaux refroidies déposèrent lentement un ciment, toujours calcaire, agglutinant les sables, les graviers et les cailloux environnants (Médague, etc.); enfin, le fer hydraté des environs de Pont-Gibaud et de Saint-Nectaire nous représente les derniers produits de ces sources.

Dans un premier *Essai sur la coordination des terrains tertiaires du département du Puy-de-Dôme et du nord de la France* (1), M. Pomel avait proposé le parallélisme suivant. Les lignites supérieurs de l'Auvergne correspondraient au crag d'Angleterre, les argiles, les grès et les sables supérieurs aux faluns de la Touraine; (l'auteur regardait alors, avec la plupart des géologues, le crag et les faluns comme d'âge différent). Les meulières de l'Auvergne seraient parallèles aux meulières supérieures du nord, et le calcaire à Phryganes au calcaire lacustre supérieur lui-même. Les grès de Fontainebleau manquant, le calcaire à *Cypris* représenterait le calcaire lacustre moyen; et, en l'absence des sables et grès moyens, le calcaire à Potamides serait du même âge que le calcaire grossier. Enfin, les argiles bigarrées se trouveraient contemporaines des sables inférieurs et des argiles de l'étage des lignites. Mais dans les tentatives de ce genre on ne doit pas perdre de vue que les causes qui ont amené tant de changements au N. ont bien pu ne pas réagir sur une portion du sol qui est toujours demeurée au-dessus du niveau des mers pendant l'époque tertiaire et une grande partie de l'époque secondaire, et qui a pu, elle aussi, être soumise à des perturbations locales tout à fait indépendantes et d'une nature différente de celles qui se produisaient au N. Il était donc probable, *à priori*, qu'il n'y avait de parallélisme possible à établir qu'entre les trois grandes formations tertiaires caractérisées par leurs faunes propres, et que ceux que l'on serait tenté de rechercher entre les étages ou les groupes ne seraient pas suffisamment motivés; et c'est en effet ce que les communications subséquentes de M. Pomel sont venues confirmer.

Nous reviendrons plus loin sur les divisions proposées d'après la considération des fossiles, mais nous devons dire ici que l'auteur, dans un coup d'œil général sur le terrain tertiaire qui a comblé une partie du grand sillon nord-sud de la Limagne (2), place, à la base

---

(1) *Ann. scient., litt., etc., de l'Auvergne*, v., XV, p. 170. 1842.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 355. 1846.

de la série, des dépôts argileux mélangés de grès et des arkoses plus ou moins arénacées qu'il regarde comme pouvant appartenir au terrain tertiaire inférieur. Ces arkoses, ou grès à ciment ferrugineux et siliceux, occupent un espace peu considérable dans la partie méridionale du bassin et dans sa partie moyenne. Les argiles bigarrées qui les recouvrent s'étendent sur de plus grandes surfaces, et sont ordinairement composées d'agglomérats sablonneux cimentés par de l'oxyde de fer ou par la matière argileuse qui y prédomine. Elles se font remarquer de loin par leurs couleurs foncées, bigarrées de rouge et de vert, et par les escarpements qu'elles forment près des torrents ou sur les pentes des collines. Elles constituent des assises nombreuses, d'épaisseur variable, et où le sable, plus ou moins abondant et plus ou moins grossier, passe quelquefois à des grès ou même à des poudingues à petits fragments. Vers le haut il y a une interruption brusque, soit avec les grès, soit avec les calcaires qui les surmontent; à la base, au contraire, on ne voit plus de stratification, et la masse arénacéo-argileuse semble passer au gneiss et au granite, de telle sorte que l'argile paraît être le résultat de la désagrégation sur place de la roche primaire, dont les éléments auraient été ensuite réunis par l'alumine et l'oxyde de fer.

Les argiles bigarrées, dans lesquelles on a trouvé très rarement des Hélices et des Paludines, occupent toujours la base des assises calcaréo-marneuses; mais leur développement est assez variable, et c'est toujours sur les bords du bassin et surtout près des parties supérieures, qu'elles acquièrent plus de puissance et qu'elles manquent plus rarement. Les dépôts quartzo-arénacés qui recouvrent ces argiles avec lesquelles leur teinte forme un contraste frappant n'en diffèrent que par la nature de la pâte qui les cimente. Cependant ils paraissent plutôt se rattacher aux assises calcaréo-marneuses supérieures qu'aux argiles sableuses sous-jacentes.

Un troisième ensemble de couches qui repose sur les précédentes est le groupe calcaréo-marneux. Il s'étend dans toute la longueur du bassin avec une épaisseur de plus de 200 mètres, et se fait remarquer par l'absence de toute roche de transport, comme par le nombre de ses assises marneuses ou calcaires. Vers le bas, il est toujours nettement séparé des argiles ou des grès, et souvent les premiers bancs sont remplis de Cyrènes, de *Cerithium Lamarckii*, de Planorbes et de Paludines. Après une série de couches marneuses diverses, viennent d'autres bancs plus tendres et plus minces, où abondent les *Cypris* et auxquels succèdent des calcaires marneux, des cal-

caires concrétionnés avec *Indusia*, et enfin des silex cariés très développés aux environs de Vic-le-Comte.

« Mais, continue M. Pomel (p. 362), rien n'est plus inconstant » que la succession et la présence de ces divers systèmes; à de très » petites distances, sur les flancs opposés d'une même vallée, aux » extrémités d'une même colline, il devient souvent impossible de » reconnaître les mêmes couches, ou même des couches analogues, » et ce résultat de l'examen de détail est aussi donné par celui de l'en- » semble. Ainsi certaines collines ne présentent que des assises de » calcaire compacte de teinte uniforme; d'autres, quoique voisines, » sont essentiellement composées d'assises fissiles et marneuses; ici » les Cyrènes et les Potamides manquent dans les couches inférieures, » qui peuvent être moins compactes, plus terreuses et plus puis- » santes; là les couches à *Cypris* sont sableuses, ou bien épaisses et » très solides et plus ou moins riches en carapaces de ces crustacés. » De petites veines de lignite terreux se montrant çà et là dans » certaines parties, des dépôts formés d'un ensemble de plusieurs » couches différentes se représentant à diverses hauteurs, des lits » de Phryganes, disposés en manteau autour des sommets de col- » lines, ou formant des couronnes sur les parties supérieures » de leurs flancs et s'intercalant entre les couches compactes ou » terreuses ou bien manquant totalement, sont des exemples de ces » nombreux accidents qui rendent très difficile l'étude détaillée de » ce système, et qui, ne permettant pas d'apprécier le niveau su- » périeur de la formation, rendent inefficace le nivellement baro- » métrique de leur surface, dans la question du relèvement des » couches opéré sur une vaste échelle. »

Cette variabilité extrême des sédiments à de petites distances doit faire penser que leurs éléments ont été fournis par des sources minérales nombreuses, et qu'elles ne sont pas seulement le résultat d'un transport par des affluents des terres environnantes. « D'un » autre côté, ajoute l'auteur, la prodigieuse abondance des crusta- » cés, les larves aquatiques, les plantes marécageuses, les animaux » vertébrés aquatiques ou de marécages qui sont répandus dans di- » verses parties de l'épaisseur totale et qui y ont certainement vécu, » démontrent que la profondeur des eaux n'était pas aussi considé- » rable que semblerait le faire supposer la puissance totale des sédi- » ments, car tous ces êtres n'auraient pas pu y exister. » Il est probable que le niveau des eaux changeait à mesure que le fond du bassin s'élevait par l'arrivée de nouveaux sédiments mécaniques

ou chimiques; et peut-être, comme l'a dit M. Bravard, n'y avait-il pas de lac proprement dit, mais seulement des mares d'eau qui se déplaçaient sans cesse par l'élévation rapide de leur fond.

Toutes ces assises représentent la formation tertiaire moyenne et se lient aux couches lacustres des bassins de la Loire et de la Seine, surtout par leurs débris organiques. On n'y trouve aucun animal vertébré de la formation inférieure, et elles sont recouvertes par des roches d'origine volcanique, dont les plus anciennes sont de la formation supérieure et en renferment les fossiles.

Après avoir fait remarquer la divergence des opinions sur l'âge des calcaires lacustres de la montagne de Gergovia, M. Pomel (1) s'est aussi attaché à démontrer que celle qu'avaient adoptée MM. Dufrénoy (2), Rozet (3) et quelques autres géologues était la seule admissible. Ses observations sur la faune et la flore de ces couches qui semblent reposer sur une nappe de basalte lui ont démontré qu'elles appartenaient à la formation tertiaire moyenne de l'Auvergne, et que ce même basalte, intercalé dans les assises lacustres, est un dyke qui a percé les calcaires et s'est fait jour entre deux strates horizontaux.

Dans un *Mémoire sur les formations stratifiées du midi de l'Auvergne* (4), M. Pissis avait décrit des argiles rouges et des macignos sur l'âge desquels il ne s'est pas prononcé, mais qu'il était porté à regarder comme représentant tous les dépôts qui ont eu lieu entre la formation houillère et les calcaires lacustres à Lymnées. Ces derniers comprennent des assises puissantes de marnes vertes, de marnes sableuses et de calcaires à Lymnées plus ou moins développés, suivant les localités. Mais on voit que ces argiles rouges et ces macignos doivent représenter les arkoses dont nous avons parlé, et qui ont été mises avec beaucoup plus de raison en parallèle avec la formation tertiaire inférieure, de même que les assises d'eau douce qui sont au-dessus appartiennent à la formation moyenne.

D'après M. Rozet (5), les arkoses ne pourraient pas être séparées

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 97. 1844.

(2) *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. I, p. 425. 1830.

(3) *Mémoire sur les volcans d'Auvergne.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 89. 1844.

(4) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 79. 1838.

(5) *Mém. de la Soc. géol de France*, 2e sér., vol. I, p. 57. 1844

des calcaires qui les recouvrent, parce que ces deux roches alternent aux environs de Billom, de Vic-le-Comte, de Ludesse, de Champeix, etc., et que de plus on a trouvé des ossements de Mastodonte dans l'arkose même. Le bitume, comme on sait, est fréquemment disséminé en veines dans les couches lacustres de la Limagne, surtout près des centres d'éruption basaltique, et les arkoses les plus inférieures qui reposent sur le granite en sont également imprégnées.

La disposition des couches tertiaires presque horizontales au centre des bassins de Clermont et d'Issoire, mais relevées sur les bords, fait penser à M. Rozet qu'elles ont été affectées par le dernier relief qu'ont pris les chaînes qui bordent et traversent la Limagne. Ces modifications marquent ainsi le sens des mouvements du sol, dont l'un, se manifestant du N. au S., a occasionné les pentes E., O., et l'autre, s'étant produit dans cette dernière direction, a donné lieu à des inclinaisons inverses. De Brioude jusqu'au-delà de Clermont, un grand nombre de collines tertiaires s'élèvent de 400 à 850 mètres au-dessus de la mer, et de 50 à 500 mètres au-dessus des eaux de l'Allier. Ces collines offrent souvent vers leur centre une masse basaltique dont les ramifications viennent affleurer sur les pentes, sous forme de dykes et de filons. « On peut dire, » en général, et c'est là un fait d'une haute importance, ajoute » l'auteur (p. 59), que toutes les protubérances notables que l'on » remarque dans les dépôts lacustres de l'Auvergne sont dues à la » présence de roches basaltiques, plus ou moins apparentes, rarement » tout à fait cachées, et encore dans ce dernier cas suffit-il souvent » de quelques coups de pioche pour les mettre à jour (1). »

Ayant exposé les caractères généraux des roches tertiaires des bassins supérieurs de la Loire et de l'Allier, nous dirons quelques mots de leur disposition générale, qui a donné lieu à une assez longue discussion entre MM. V. Raulin et Pissis. Le premier de ces géologues (2), après avoir rappelé l'opinion de M. d'Omalius, qui supposait une série de lacs étagés depuis l'Auvergne jusqu'aux collines de la Picardie, et celle de M. Élie de Beaumont, qui admettait un seul bassin dont l'extrémité méridionale aurait été relevée lors

(1) M. Gruner a donné quelques détails sur les couches tertiaires d'eau douce des plaines de Feurs et de Roanne, composées d'argiles très variées, de sable et de calcaires en bancs peu réguliers. (*Ann. admin. et stat. du département de la Loire pour* 1847.)

(2) *Bull.*, vol. XIV., p. 577. 1843.

du soulèvement de la chaîne principale des Alpes, s'est attaché à démontrer la continuité des couches tertiaires et l'existence d'un bassin unique de Decize à Brioude d'une part, et à Roanne de l'autre. Les couches de la plaine de Montbrison et des environs du Puy auraient été déposées dans des bassins particuliers. Cette disposition a d'ailleurs été parfaitement indiquée sur la carte géologique de la France, que l'on doit aux longues et savantes recherches de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

En comparant les dépôts des vallées de l'Allier et de la Loire, par rapport aux niveaux de ces deux rivières, M. Raulin trouve que ceux de la vallée de la Loire se relèvent uniformément vers le S., par une pente douce qui est à peu près celle de la rivière elle-même ; tandis que dans la vallée de l'Allier, à partir de Varennes, et jusqu'à Saint-Amand-Tallende, entre Clermont et Issoire, le terrain tertiaire s'élève au-dessus du niveau de la rivière et forme des collines souvent isolées, séparées par de profondes vallées. D'Issoire à Brioude, au contraire, les collines s'abaissent, le sol devient de moins en moins découpé, et autour de cette dernière ville les coteaux tertiaires ne sont pas beaucoup plus élevés au-dessus de l'Allier que ceux des environs de Moulins. On pourrait donc déjà conclure, d'abord un relèvement général du terrain tertiaire vers le S., comme dans la vallée de la Loire, mais en outre une gibbosité considérable dans une partie de la longueur de ce relèvement ; proposition que M. Raulin appuie de 28 mesures barométriques prises depuis le confluent de l'Allier et de la Loire jusqu'au plateau de gneiss situé entre Paulhaguet et le Puy. Quant aux argiles rouges et vertes de Paulhaguet, elles paraissent s'être déposées dans un bassin isolé et à un niveau un peu supérieur à celui de la Limagne.

Les altitudes prises dans la vallée de la Loire prouvent bien aussi quelques irrégularités dans l'allure générale des couches, mais elles sont trop faibles pour que l'on puisse en déduire une anomalie semblable à la précédente. Le terrain tertiaire de Montbrison est peu élevé au-dessus de celui de Roanne, et les deux bassins ont pu se trouver en communication. Celui du Puy, probablement à un niveau assez différent des précédents, a dû participer à l'élévation du terrain tertiaire de l'Allier et du Cantal.

Considérant ensuite les caractères des couches des vallées de l'Allier et de la Loire, lorsqu'on s'éloigne de ces deux cours d'eau, l'auteur fait voir que, dans la première de ces vallées, les dépôts

tertiaires s'élèvent plus haut sur le bord occidental de la plaine que sur le bord oriental, ce qui indique un soulèvement de l'E. à l'O. Dans celle de la Loire la pente est supposée être la même, de sorte qu'en prenant les deux vallées ensemble on trouve de l'O. à l'E. un abaissement d'autant moins rapide qu'on s'éloigne davantage du puy de Barneyre, centre de relèvement de la plaine de l'Allier.

En résumé, les assises tertiaires des bassins de l'Allier et de la Loire, de Decize à Brioude d'une part, et de Decize à Saint-Rambert de l'autre, ont été déposées sous une même nappe d'eau. Après leur formation, ces assises ont éprouvé un relèvement général du N. au S., qui, dans le bassin de l'Allier, s'est combiné avec une gibbosité conique, allongée, ayant le puy de Barneyre pour sommet. Le grand axe de cette gibbosité a une direction à peu près parallèle à celle de la chaîne principale des Alpes, et se trouve à peu près aussi dans le prolongement de cette dernière. Enfin, le sommet du puy de Barneyre coïncide avec le centre de position des cônes basaltiques de la Limagne et des montagnes environnantes.

Ces conclusions ont été vivement combattues par M. Pissis (1), qui a conclu des faits exposés par lui, qu'aucun des résultats annoncés par M. Raulin ne pouvait être admis, soit qu'il se rapportât aux limites du bassin tertiaire de l'Allier, soit qu'il fût relatif à son relief, ou aux modifications que celui-ci a pu éprouver lors du soulèvement de la chaîne principale des Alpes. Ainsi, le bassin de Paulhaguet n'était pas isolé, mais réuni à celui de Brioude ; le point le plus élevé du terrain tertiaire du pays ne serait pas au puy de Barneyre, mais à Autrac, et d'autres sommités environnantes porteraient à admettre seulement la grande élévation du terrain tertiaire sur toute sa limite occidentale, son abaissement régulier du S. au N. et de l'O. à l'E., mais rien n'annoncerait une double pente du N. au S.

Diverses causes ne permettent pas, suivant l'auteur, de bien apprécier aujourd'hui la position première des couches tertiaires de l'Auvergne, cette position ayant été modifiée par des soulèvements, soit locaux et particuliers, soit généraux et fort étendus, tandis que sur quelques points, assez rares, il est vrai, elles n'ont éprouvé aucun mouvement. Afin d'obvier à ces causes d'erreur, M. Pissis prend pour horizon une couche de calcaire marneux peu épaisse, mais très

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 46. 1843.

constante, aux environs de Brioude, et après l'avoir étudiée et avoir comparé son niveau dans plusieurs localités, après avoir tenu compte de la direction des cours d'eau de la rive gauche de l'Allier, ainsi que de la roche sur laquelle ils coulent dans les parties supérieure et inférieure de leur lit, et enfin après avoir fait remarquer que les lambeaux tertiaires de la Limagne forment plusieurs séries de plateaux dirigées de l'O. à l'E., il en conclut, comme nous venons de le dire, un relèvement de l'E. à l'O., et un autre du N. au S., quoique ce dernier soit beaucoup moindre que le premier. De plus, le prolongement de la chaîne principale des Alpes, passant, non par le puy de Barneyre, mais au sud de l'extrémité méridionale du bassin tertiaire, l'élévation graduelle de celui-ci, du N. au S., pourrait se lier au mouvement de cette chaîne.

M. Raulin (1) a réfuté ces objections, en étayant son opinion sur de nouveaux faits et en rétablissant les points de la discussion qui avaient été mal compris. Enfin, ces deux géologues ont encore publié sur ce sujet plusieurs notes sur lesquelles nous n'insisterons pas (2).

Les richesses paléontologiques et la variété des phénomènes que présentent les environs d'Issoire ont depuis longtemps attiré l'attention des naturalistes et en particulier de MM. Jobert et Croizet. Plus récemment M. Pomel, dans sa *Description géologique et paléontologique des collines de la Tour-de-Boulade et du puy du Teiller* (3), a décrit l'arkose ou grès feldspathique reposant sur le granite du plateau de Moida. Le plateau de Four-la-Brouque est composé de même, et l'on a vu que ces grès feldspathiques avaient été rangés dans la formation tertiaire inférieure. Ils n'existent point d'ailleurs dans les collines de la Tour-de-Boulade. Les marnes et les calcaires qui les recouvrent un peu transgressivement appartiennent à la période moyenne, et ont rempli la dépression nord-sud de la Limagne qui se rattache par sa direction au système de soulèvement de la Corse et de la Sardaigne. Les Cyrènes des arkoses sont d'ailleurs les mêmes que celles de ces assises qui les surmontent.

La base du mamelon de la Tour-de-Boulade est formée d'argiles

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 62. 1843.

(2) Note de M. Pissis, *ibid.*, p. 117. — *Id.* de M. Raulin, *ibid.*, p. 145. — *Id.* de M. Pissis, *ibid.*, p. 177. — *Id.* de M. Raulin, *ibid.*, p. 217. — Voyez aussi : Pissis, *Esquisse géognostique des environs de Brioude.* (*Ann. de la Soc. d'agric. du Puy.* 1836.)

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. I. p. 579. 1844. On écrit aussi *puy du Teillet.*

rouges et vertes, très variables, passant de l'état plastique à un sable grossier, et même à des grès. Au-dessus viennent des calcaires plus ou moins marneux, divisés en deux assises : l'inférieure renfermant des Cyrènes, des *Potamides Lamarckii*, des Planorbes, des Lymnées et des *Cypris faba;* la supérieure présentant, outre les mêmes coquilles, une grande variété d'animaux vertébrés. Le gypse est exploité dans l'une et l'autre assise. Plus haut viennent des calcaires concrétionnés et granulaires et des silex cariés. Comme au puy du Teiller, ces calcaires sont remplis de tubes de Phryganes, de coquilles lacustres, et sont recouverts de marnes sans fossiles, avec silex ménélite et des nodules de calcaires concrétionnés. Les basaltes qui ont traversé et disloqué toutes ces couches se sont fait jour du N. au S., et les gypses seraient un résultat métamorphique produit lors de l'apparition de ces roches ignées. Des couches sableuses de ponce avec des galets, des blocs de trachyte et de basalte, puis des dépôts calcaréo-argileux plus récents, formés par l'éboulement des parties supérieures des collines, renferment de nombreux ossements de mammifères.

La faune de ce pays, à l'époque des calcaires marneux, était, dit M. Pomel, très remarquable par l'association des espèces et leurs formes particulières. La grande abondance de batraciens établit beaucoup d'analogie entre ces dépôts et ceux de Bonn, d'Œningen et de Sansan, et les grandes espèces trouvées dans d'autres parties du bassin (*Dinotherium*, *Rhinoceros* à incisives, etc.) rappellent aussi les animaux de Sansan et de certaines localités de la vallée du Rhin. Il y a, en résumé, 4 espèces de pachydermes, 1 ruminant, 2 carnivores, 6 insectivores, 6 rongeurs, des oiseaux échassiers et palmipèdes, 12 reptiles, des poissons, des insectes et des végétaux.

Les alluvions ponceuses du puy du Teiller ne renferment point de fossiles, mais elles sont identiques avec celles de la montagne de Perrier, de l'autre côté de la vallée de l'Allier, et où l'on a recueilli 2 espèces de Mastodonte, Rhinocéros, Tapir, Sanglier, Bœuf (2 espèces), Cerf (plusieurs espèces), Antilope, Chèvre, *Felis* (2 sténéodontes et 5 ordinaires), Hyène (2 espèces), Martre, Zorille, Loutre, *Canis*, Ours, Hérisson, Marmotte, Castor, Campagnol, Agouti, Lièvre et oiseau. Cette faune rappelle assez celle du val d'Arno supérieur et des sables marins de Montpellier, et elle est contemporaine des éruptions basaltiques. Quant à celle du dépôt qui recouvre le dyke de basalte de l'extrémité sud de la Tour-de-Boulade, elle appartient,

comme nous l'avons dit, à l'époque quaternaire (*antè*, p. 194).

M. Lyell (1), après avoir rappelé que la *Melania inquinata*, Defr. avait été trouvée au nord de la montagne de Gergovia, dans les marnes lacustres que recouvrent les basaltes, a signalé dans une couche sablonneuse, au pied de la Tour-de-Boulade, une Natice et un Pleurotome qui paraîtraient avoir leurs analogues dans les faluns de la Loire; mais les circonstances de gisement de ces coquilles marines, de même que celles des Cérites et des Turritelles que nous citerons plus bas, n'ont jamais été parfaitement éclaircies. La Mélanie de Gergovia se rapprocherait davantage de l'espèce vivante que de la coquille des lignites avec laquelle on la croyait d'abord identique. Un *Melanopsis* des mêmes couches serait aussi plus voisin du *Melanopsis Dufourii*, Fér. que du *M. buccinoidea*, Id. Cependant M. Lyell est porté à regarder une grande partie de ces couches comme appartenant à la période tertiaire inférieure, bien qu'elles offrent plusieurs caractères qui les rapprochent de la formation moyenne.

De grandes Turritelles, des Potamides, des Mélanopsides, des *Unio*, des Tellines ou Cyclades? etc., ont été signalés aussi par M. Bouillet (2) dans des marnes ou des travertins auprès de Nonnette, de Saint-Germain-Lembron, de Four-la-Brouque, à Gergovia et près de Gannat. Le nombre des espèces découvertes dans ces cinq petits bassins ou lacs isolés remplis par les sédiments des eaux minérales serait très considérable, suivant l'auteur ; mais jusqu'à présent aucune monographie de ces fossiles n'a permis d'en apprécier l'importance réelle. En effet, le *Catalogue des coquilles fossiles de l'Auvergne* (3) ne peut y suppléer, faute d'une discussion suffisante des espèces qui y sont mentionnées, et d'une indication exacte de la position relative des couches dans lesquelles elles ont été trouvées. Ainsi des coquilles, assimilées peut-être sans un examen assez attentif à la *Melania inquinata*, Fér., et au *Melanopsis buccinoidea*, id., qui caractérisent les lignites du nord de la France, se trouveraient associées à des espèces propres au calcaire lacustre moyen (*Lymnæa longiscata*, Brong., *Planorbis rotundatus*, id., etc.), et à celles du calcaire lacustre supérieur (*Helix Tristani*, Brong., *Lymnæa cornea*, id., *L. ovum*, id., *Cerithium Lamarckii*,

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p 75.
(2) *Bull.*, vol. VI, p. 99. 1835. — *Ibid.*, p. 255. 1835.
(3) *Ann. scient. de l'Auvergne*, vol. VIII, p. 595. 1835.

Desh.), ainsi qu'à des coquilles du calcaire grossier supérieur (*Cyrena pisum*, Desh., *Cerithium subula*, id., *C. gradatum*, id., *C. lapidum*, Lam., *C. semigranulosum*, id.), et réunies enfin avec près de la moitié des espèces dont les analogues vivent encore sur les lieux. Il est donc permis de douter de l'exactitude de ces déterminations, à moins d'admettre que les couches lacustres de l'Auvergne ne représentent toute la série tertiaire ; et encore faudrait-il que la distribution de ces espèces dans les divers termes de la série fût indiquée avec soin. Parmi celles que mentionne l'auteur, 60 sont éteintes ou n'ont plus d'analogues en France, et 66 appartiennent aux genres Hélice, Lymnée, Planorbe et Paludine. L'emplacement et la disposition d'un lac d'eau saumâtre dont certaines coquilles sembleraient annoncer l'ancienne existence en Auvergne sont un sujet intéressant dont les naturalistes de ce pays ne paraissent pas s'être encore occupés, et qui se recommande à leurs investigations futures.

M. Croizet (1) a fait connaître, à la montagne de Gergovia, plusieurs nouveaux gisements de plantes fossiles et des débris d'animaux de presque toutes les classes (insectes, coquilles lacustres, oiseaux, gralles, palmipèdes, chevaliers, etc.). Des mammifères et des reptiles ont encore été indiqués par MM. de Laizer et de Parieu (2), et par M. Baudin (3). M. Bravard (4) a donné quelques considérations sur la distribution des mammifères terrestres fossiles dans le département du Puy-de-Dôme, et a décrit le gisement de Bournoncle-Saint-Pierre, au nord-ouest de Brioude (Haute-Loire). Les ossements s'y trouvent dans les sables et les argiles bigarrées, au-dessous des calcaires avec Lymnées et Planorbes. Ce sont des débris de *Rhinoceros*, de *Palæotherium*, de *Canis*, de *Crocodilus* et de *Testudo*. A Boudes, près de Saint-Germain-Lambron, ils ont été recueillis dans des grès subordonnés à la partie supérieure des

(1) *Bull.*, vol. VII, p. 104. 1836. — *Ibid.*, p. 216.

(2) *Ibid.*. vol. VI, p. 237. 1835. — *Compt. rend.*, vol. VII, p. 1004. 1838. — *Ann. des sc. nat.*, vol. II, p. 27. — Sur un nouveau pachyderme voisin des *Anoplotherium* (*Oplotherium*) (*Soc. philomathique*, 22 déc. 1838.— *L'Institut*, id.— *Ann. des sc. nat.*, vol. X, p. 335). Cet *Oplotherium* est le *Microtherium*, H. de Meyer, décrit en 1837. (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 461.)

(3) *Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. XVI, p. 519. 1843. C'est une dent de Mastodonte trouvée près de Saint-Flour à la côte de Roffiac. (*L'Institut*, 15 mai 1844.)

(4) *Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. XVI, p. 402. 1843.

mêmes argiles et sables rouges que surmontent les calcaires lacustres recouverts à leur tour par le basalte du plateau de Chalus. Le gisement de Saint-Germain-Lambron est analogue aux précédents, ainsi que ceux de Nonnette, d'Orsonnette et de Malhiat. A Bausac, on rencontre les ossements sous les calcaires; aux Prasdeaux, dans les grès, et près d'Antoin, dans le calcaire même.

En considérant, dans leur ensemble, les fossiles de la classe des mammifères observés tant en Auvergne que dans le Velay, M. Pomel (1) a reconnu que leur succession dans le temps y caractérise trois faunes distinctes en rapport avec trois des grandes divisions géologiques généralement admises. La plus ancienne de ces faunes, qui comprend toutes les espèces des dépôts lacustres, offre les caractères de la période tertiaire moyenne; la seconde renferme seulement les espèces enfouies dans les alluvions volcaniques inférieures aux conglomérats ponceux de la montagne de Perrier. Elle a la plus grande analogie avec celle des couches sub-apennines de la Toscane: et comme, d'après M. Rozet, les éruptions basaltiques ont été une dépendance du soulèvement des Alpes du Valais, on conçoit que les espèces de la période tertiaire supérieure ont pu être ensevelies sous les plus anciens produits de ces épanchements basaltiques. Enfin la troisième faune, dont les gisements nombreux sont épars à la surface du sol de l'Auvergne, dans la vallée de la Limagne, est celle de l'époque diluvienne ou quaternaire dont nous avons parlé (*antè*, p. 194).

Bassin du Puy.

La partie supérieure de la vallée de la Loire forme une sorte de bassin elliptique au milieu duquel se trouve la ville du Puy, et dont le fond est partout de granite. M. Félix Robert (2) a décrit les phénomènes de remplissage qui s'y sont successivement produits. Les premiers dépôts qui comblèrent les inégalités de la surface granitique sont des arkoses ou psammites, des marnes et des argiles sans fossiles. Les arkoses seulement renferment des végétaux dicotylédones et monocotylédones. Plus tard, des eaux minérales dépo-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 198. 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, nº 12, nov. 1847, p. 61 des *Notices*. — Voyez aussi : Nouvelle espèce de Chien fossile trouvée dans les alluvions volcaniques de l'Auvergne (*Bull.*, vol. XIV, p. 38. 1843). — *Id.*, Sur une espèce de Loutre (*ibid.*, p. 168). — Liste des mammifères de ce dépôt (*ibid.*, p. 212).

(2) *Mém. géologique sur le bassin du Puy en Velay*. (*Ann. de la Soc. d'agricult., etc., du Puy*. 1836.). Voyez aussi : B. de Doue, *Descript. géogn. des environs du Puy*, in-8º, avec carte. 1823.

sèrent des gypses, des calcaires purs et des calcaires siliceux où l'on rencontre des coquilles lacustres, des insectes et des ossements de reptiles, d'oiseaux et de mammifères. Ces couches paraissent avoir éprouvé quelques dénudations avant l'apparition des phénomènes volcaniques, dont les premières manifestations s'étendirent du Mezenc jusqu'à Miaune. Une digue trachytique qui se serait produite alors aurait fait refluer les eaux dans le bassin de l'Emblavès et dans celui du Puy. Un second lac se forma, dans lequel se déposèrent les brèches marneuses et calcaires, les lignites, puis des alluvions marneuses et volcaniques, où se trouvent les débris des grands animaux qui avaient vécu pendant les éruptions trachytiques et basaltiques. Les volcans modernes modifièrent de nouveau le relief du sol, changèrent la direction des cours d'eau, qui se creusèrent de nouveaux lits dans ces couches remplies d'ossements de grands pachydermes, de ruminants, de solipèdes, etc. Les brèches volcaniques des environs du Puy, telles que celles de la Dénise et d'Eyssenac, seraient analogues aux déjections boueuses qui, dans quelques volcans modernes, paraissent alterner avec des produits exclusivement ignés. Ces brèches se voient surtout à Bilhac, Rochelimagne, Polignac, Saint-Arme, et constituent les roches de Corneille, de Saint-Michel et d'Espally.

M. A. Aymard (1) a d'abord annoncé la découverte d'un grand nombre de débris d'insectes dans des marnes subordonnées aux assises gypseuses des environs du Puy, et comprises entre un banc de gypse exploité et des marnes vertes, et ensuite il a signalé (2) l'existence d'ossements humains dans une brèche volcanique du versant sud-sud-ouest de la Dénise, au nord du Puy. Le voisinage de brèches semblables avec ossements de pachydermes et de ruminants lui a fait conclure la contemporanéité de l'homme avec les Rhinocéros, les Mastodontes, les Tapirs, etc., opinion combattue par M. Pomel (3) et par M. Bravard (4). Ce dernier a même avancé que le prétendu fossile humain n'était que le résultat d'une supercherie industrielle. Mais M. Aymard (5) est revenu sur ce sujet, avec

---

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 235. 1835.
(2) *Ibid.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 107. 1844. — *L'Institut*, 2 oct. 1844.
(3) *Ibid.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 110. 1844.
(4) *Ibid.*, 2ᵉ sér., vol III, p. 198. 1846.
(5) *Ibid.*, vol. IV, p. 412. 1847.

des preuves qu'il croit péremptoires, pour constater l'authenticité de la découverte, et en même temps la contemporanéité des ossements avec la roche d'origine volcanique qui les enveloppe. Il a fait connaître, en outre, de nouvelles espèces de Mastodontes et d'Éléphants, avec un grand nombre d'autres mammifères, et principalement des *Felis* et des *Canis* trouvés à Sainzelles, près de Polignac. Par suite de nouvelles recherches faites aux environs de ce village, il ne doute pas que l'Éléphant n'ait vécu dans le Velay en même temps que les Mastodontes (1).

Dans son *Essai monographique sur le nouveau genre Entelodon* (2), trouvé dans les calcaires de la colline de Ronzon, près le Puy, le même naturaliste fait observer qu'en même temps vivaient dans le pays des carnassiers insectivores et carnivores, des rongeurs, des pachydermes, des ruminants et des didelphes, tels que les *Erinaceus*, *Rhinoceros*, *Palæotherium*, *Cainotherium*, *Anthracotherium*, *Amphitragulus*, les *Didelphis elegans*, *crassus* et *minutus*, les nouveaux genres *Cynodon*, *Miromys*, etc. Parmi les oiseaux, les ordres les plus riches en genres étaient les palmipèdes et les échassiers; parmi les reptiles vivaient des *Emys*, des Crocodiles et des batraciens anoures. Il y avait aussi de petits poissons, des Lymnées, des Paludines, des Planorbes, des Cyclades, etc., puis des Cypris, et des insectes coléoptères, névroptères et diptères, que l'on retrouve soit à l'état de larve, soit à l'état d'insecte parfait.

Les bancs calcaires où se rencontrent ces fossiles paraissent dus à des sources minérales, et les marnes gypseuses qui sont immédiatement dessous renferment exclusivement les *Palæotherium magnum* et *gracile*. Plus bas viennent des calcaires siliceux, des marnes bigarrées, et enfin les arkoses ou grès psammitiques reposant sur le gneiss ou le granite. Les calcaires siliceux ont présenté quelques ossements à Fay-le-Froid, et les marnes bigarrées les restes d'un petit mammifère à Bas-Charnier, près le Puy. Les grès, d'après leurs empreintes végétales dicotylédones, ne doivent pas remonter au delà de la période tertiaire inférieure.

Au-dessus des calcaires fossilifères précédents, que l'auteur rapporte à la formation moyenne, sont les nombreux gisements d'ossements qui dépendent des *alluvions volcaniques* et *post-volcaniques*

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 52 et 60. 1847. — *Ibid.*, vol. VI, p. 54. 1848.
(2) *Ann. de la Soc. d'Agric.. sc., etc., du Puy*. 1848.

rangées dans la formation supérieure. Lorsque les volcans du Velay étaient en activité, la plupart des genres de mammifères de la période moyenne avaient disparu, et le petit nombre de ceux qui avaient survécu étaient représentés par de nouvelles espèces. A partir de ce moment, les didelphes ont cessé d'exister; mais les pachydermes, aussi nombreux en genres, étaient des Mastodontes, Éléphants, Tapirs, Rhinocéros, Hippopotames, Sangliers, Chevaux, etc. Les ruminants, beaucoup plus abondants, du moins en espèces, étaient des Cerfs, des Antilopes, des Bœufs, avec lesquels vivaient plusieurs races carnassières. Il n'y avait plus alors de Crocodiles ni de Tortues, mais seulement des batraciens voisins des espèces actuelles. Parmi les coquilles d'eau douce les genres étaient les mêmes; mais les espèces étaient différentes, et ont encore presque toutes leurs analogues vivantes dans le pays, comme parmi les insectes et parmi les végétaux. A cette dernière faune enfouie sous des produits volcaniques, dans des fentes et des brèches, et dans les dépôts meubles de la surface du sol, se rattacheraient encore les ossements humains dont nous avons parlé. Mais peut-être y a-t-il un peu de confusion entre la faune tertiaire supérieure et la faune quaternaire, que nous avons vues si différentes en Auvergne. L'arrivée de l'homme avant les dernières perturbations de la surface des continents n'a rien que de probable ; mais il n'y a encore aucun motif pour la faire remonter jusqu'à la période tertiaire supérieure ou des marnes sub-apennines.

M. Pichot Duhazel (1) a signalé de nombreux ossements de Mastodontes, de Tapirs, de Cerfs, de Rhinocéros, à 750 mètres d'altitude, dans des argiles micacées avec limonite et des galets basaltiques à Espally, et M. Bertrand de Lom (2) a découvert des ossements d'un grand ruminant dans le calcaire de la même localité. On doit à M. Jourdan (3) la description d'un nouveau rongeur (*Theridomys*), provenant des couches lacustres de l'Auvergne et du Velay, et de son côté M. Bertrand de Doue (4) a donné une notice sur les os fossiles des couches lacustres du Puy.

---

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 567. 1843. — *Courrier du Velay*, 10 mai 1843. — *L'Institut*, 12 août 1843.

(2) *L'Écho*, 9 juillet 1843.

(3) *Compt. rend.*, vol. V, p. 483. 1837. — *Ann. des sc. nat.*, vol. VIII, p. 127. — *L'Institut*, vol. V, p. 341. 1837.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1840, p. 120.

Département du Cantal.

La *Description historique et scientifique de la haute Auvergne*, par M. J.-B. Bouillet (1), sera consultée avec intérêt par les géologues qui désirent étudier les dépôts tertiaires de ce pays. Ils y trouveront beaucoup de renseignements précieux sur toutes les localités où on les observe, mais que nous ne pouvons énumérer ici; nous nous bornerons à citer la découverte d'une dent de *Dinotherium giganteum* dans un sable d'alluvion recouvert, près d'Aurillac, par un tuf ponceux (p. 14).

Dans sa *Note sur l'altitude des terrains tertiaire et primordial du Cantal*, M. V. Raulin (2) a cherché d'abord à établir, par des mesures barométriques, que les dépôts tertiaires de la vallée du Cer, loin de s'abaisser du centre du massif vers la circonférence, vont au contraire en se relevant. Ainsi, à Yolet ils sont à 780m,5 ou de 22m,5 plus élevés qu'à Thiezac (759 mètres). Entre la Gardette et Yolet, la différence est de 75m,5 dans le même sens, et il en est de même dans la vallée du Pleaux; c'est-à-dire que là où les sédiments tertiaires sont le plus complets, leur élévation, au pourtour du massif, est un peu plus grande que dans les endroits plus rapprochés du centre où ils sont également complets. Dans la vallée de l'Alagnon, on remarque une disposition inverse, les couches s'abaissent en s'éloignant du centre, car on les trouve à 1007m,5, d'altitude à la Veissière, et seulement à 841 mètres à Joursac.

Passant ensuite au relief du terrain primaire qui constitue le plateau au-dessus duquel s'élève le massif des roches pyrogènes du Cantal, l'auteur fait voir qu'au lieu d'être plus élevé au centre, il atteint au contraire des altitudes plus considérables à son pourtour. En faisant entrer ces données, résultant d'observations directes, dans la discussion de la théorie des cratères de soulèvement appliquée au Cantal, M. Raulin les regarde comme peu favorables à cette théorie. Il y a peu de probabilité de l'existence dans le gneiss d'une cavité qui aurait eu 11 lieues de diamètre et 1050 mètres de profondeur; puisque la différence entre l'altitude du plomb du Cantal (1857 mètres) et l'altitude moyenne des nappes basaltiques sur le pourtour de la montagne (813 mètres) est de 1044 mètres. L'épaisseur du terrain tertiaire, plus grande au pourtour qu'en s'approchant du centre, est encore contraire à l'idée d'une dépres-

---

(1) In-8 avec atlas de 35 pl. de coupes, de vues, de monuments, et 2 pl. de coquilles. Paris, 1834.

(2) *Bull.*, vol. XIV, p. 172. 1843.

sion préexistante, et la supposition que celle-ci est postérieure aux dépôts lacustres exigerait un concours de circonstances très particulier.

Aussi M. Raulin admet-il comme beaucoup plus probable qu'il existait d'abord un plateau de roches primaires, et qu'à sa surface se trouvaient des lacs dont les dépôts ont en grande partie comblé les inégalités. Des dislocations et des failles se sont produites ensuite. Les dépôts des vallées du Cer et des Pleaux ont conservé leur position horizontale, ou se sont un peu abaissés, tandis que ceux de l'Alagnon se sont élevés. Les fentes résultant de ces dislocations ont donné passage aux trachytes, puis aux basaltes. Quelques lambeaux tertiaires auront alors été déplacés et soulevés comme celui de Dienne (1096 mètres), et après l'extinction des foyers la masse du Cantal aura été démantelée et sillonnée comme tous les autres terrains de la surface du globe.

Dans les coupes jointes à ce Mémoire on voit particulièrement que les couches tertiaires de la vallée de l'Alagnon sont, par suite d'une faille, à 200 mètres environ au-dessus de celles de la vallée du Cer. Ces coupes diffèrent en cela de celle qu'a donnée Desgenevez (1), qui supposait la surface du sol primaire horizontale, et, par suite, tous les lambeaux tertiaires au même niveau. Nous aurons d'ailleurs occasion de revenir plus tard sur les discussions auxquelles a donné lieu le relief du Cantal (2).

---

(1) *Observations sur le Cantal, le mont Dore et la composition des roches volcaniques.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 175. 1834.)

(2) Une bonne coupe de la relation des roches ignées et lacustres de ce massif avait aussi été donnée par M. de la Bèche, d'après M. Murchison. (*Coupes et vues pour servir à l'explication des phénomènes géologiques*, pl. XXV, f. 1, édit. française. 1839.) La coupe originale, moins satisfaisante, appartenait au Mémoire que MM. Lyell et Murchison ont publié en 1829, sur les dépôts lacustres du Cantal. (*Ann. des sc. nat.* 1829.) Voyez aussi : de la Bèche, *Manuel géologique*, trad. française, p. 318.



CHAPITRE V.

TERRAIN TERTIAIRE DU SUD-OUEST DE LA FRANCE.

Le terrain tertiaire du sud-ouest de la France est compris dans l'espace qui s'étend du bassin de la Loire aux Pyrénées, limité à l'O. par la mer et à l'E. par le plateau central et la ligne de partage des bassins de la Garonne et de l'Aude, ou des eaux qui se jettent dans l'Océan et de celles qui se rendent à la Méditerranée. Cet espace comprend donc hydrographiquement le bassin de la Garonne au centre, au N. celui de la Charente et de quelques autres petits cours d'eau qui vont directement à la mer, et au S. le bassin de l'Adour. Nous suivrons dans la description un ordre géographique du N. au S., excepté cependant pour le premier travail dont nous avons à rendre compte, et qui, ayant embrassé toutes les couches tertiaires depuis la Saintonge et la Gascogne jusque dans la Provence, ne pourrait être scindé sans inconvénient. Il nous servira d'ailleurs de point de départ ou d'introduction pour ce chapitre comme pour le suivant, et l'époque de sa publication, antérieure à celle des autres ouvrages dont nous devons parler, favorisera encore cette disposition de nos matériaux.

§ 1. Généralités sur le terrain tertiaire du midi de la France.

Formation inférieure.

Le terrain tertiaire du midi de la France, qui se relie à celui du nord par les dépôts sablonneux, ferrugineux et lacustres du centre, a été divisé par M. Dufrénoy (1) en trois formations, nommées *étages*. Dans le bassin méridional la formation inférieure ne se montre que vers ses extrémités, contre les collines de craie de

---

(1) *Mémoire sur le terrain tertiaire du bassin du midi de la France.* (*Ann. des mines*, 3ᵉ sér., vol. VI, p. 417. 1834. — *Ibid.*, vol. VII, p. 197. 1835. — *Ibid.*, p. 311. — *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. III, p. 1. 1836). La pagination indiquée dans le courant de l'analyse est celle de ce dernier recueil.

la Saintonge et celles des Basses-Pyrénées. Elle y est réduite au calcaire grossier, presque toujours représenté par des calcaires plus ou moins solides, alternant avec des marnes calcaires et quelquefois avec des argiles. On y trouve beaucoup de Milliolites. Une première coupe prise aux environs de Blaye montre la succession des couches depuis le niveau de la Gironde jusqu'aux collines basses que traverse la route de Mirambeau.

En remontant la Dordogne, on suit le calcaire grossier jusqu'à Saint-Émilion, mais il est souvent masqué par la mollasse. La rive droite de la Garonne jusqu'aux environs de Marmande est bordée par les mêmes couches, qui disparaissent ensuite sous la formation tertiaire moyenne. Le calcaire grossier de Saint-Macaire est dur et solide, et celui de Langon qui le recouvre est assez semblable à celui de Saint-Émilion; au-dessus vient un lit d'argile plastique, puis une marne jaunâtre tachée de rouge avec quelques Vénéricardes et des Huîtres. D'autres argiles rouges, jaunes et panachées, de 12 à 15 mètres d'épaisseur, constituent un tiers de l'escarpement. Une série de petites couches de marne et de calcaire succède immédiatement aux argiles. Les Milliolites sont moins abondantes que dans les couches inférieures; mais il y a beaucoup de polypiers et des moules de coquilles turriculées (Cérites, Buccins, Volutes, etc.). Enfin, un calcaire solide, caverneux, assez semblable à ceux de Blaye et de Saint-Macaire qui sont à la partie inférieure du système, couronne sur ce point les escarpements de la rive droite de la Garonne. Entre Langon et Castres on observe encore les calcaires de la première de ces villes, et plus rarement ceux de Saint-Macaire placés dessous.

La superposition du calcaire lacustre au calcaire marin se voit près de la Réole et aux environs. Le premier occupe les plateaux et le second affleure vers le fond des vallées. Plus loin un escarpement formé d'argile sablonneuse panachée avec Lymnées et Paludines, et surmonté de calcaires lacustres blancs, appartient au terrain tertiaire moyen. Près de Bordeaux, le calcaire grossier est représenté par des sables qui diffèrent peu des faluns, mais dont les fossiles doivent les faire rapporter à la formation inférieure. Telles sont les couches de Terre-Nègre, dans la ville même.

Plus au S., le calcaire grossier se montre sur divers points des Landes; aux environs de Dax et de Saint-Sever il recouvre horizontalement le grès vert redressé. Il affleure rarement à la surface du sol, mais le long de la Douze, à la sortie de Saint-Justin,

on le voit surmonté par les marnes lacustres de l'Agénais. Dans les carrières de Garans et de Lesperon, près de Dax, il y a de nombreux fossiles que M. Dufrénoy compare à ceux de Saint-Macaire et de Langon ; mais on doit dire qu'un bien petit nombre appartiennent à la formation inférieure du nord de la France. Dans les Landes, et surtout dans la Chalosse, le calcaire grossier s'étend en strates horizontaux sur les couches redressées de la craie par suite du soulèvement des Pyrénées.

Formation moyenne. Calcaires et mollasse d'eau douce.

Les caractères minéralogiques et pétrographiques de la formation tertiaire moyenne sont très variables et rendent son étude fort difficile ; aussi est-ce à ce motif que le célèbre géologue dont nous analysons l'important travail attribue l'erreur que l'on a commise en rapportant le gypse d'Aix et les lignites de la Provence à la pierre à plâtre de Montmartre et à l'argile plastique du bassin de la Seine. C'est ce qui a fait aussi supposer que la mollasse coquillière était antérieure au calcaire lacustre, tandis que sa superposition à ce dernier est au contraire de la plus parfaite évidence (coteaux d'Aiguillon à Marmande, l'Agénais, environs de Montpellier et de Nîmes). Cette formation, très développée dans le Midi, comprend à la fois le calcaire lacustre de l'Agénais, de la Provence, le calcaire moellon de Montpellier, la mollasse coquillière de Béziers et de Bordeaux, quelques grès (Bergerac), et sur les plateaux des argiles sablonneuses qui fournissent des minerais de fer. Ces rapprochements, dit le savant auteur, (p. 46), sont fondés sur l'observation de la position relative des différentes formations du terrain tertiaire, position qui est en rapport avec les caractères des fossiles.

Le calcaire d'eau douce occupe la partie montueuse du pays (l'Agénais, environs de Cahors et d'Alby). La mollasse proprement dite avec *Palæotherium* constitue un second étage de collines moins élevées (environs de Toulouse et de Montauban); mais cette sous-division paraît être peu tranchée, et la mollasse d'eau douce se fond avec le calcaire. Les faluns ont été déposés dans les parties basses du sol. La mollasse coquillière marine est peu développée, du moins dans le sud-ouest. Dans l'Agénais elle surmonte le calcaire lacustre, et plus loin elle constitue les dépôts de Narbonne, de Béziers, de Montpellier et de Sommières; enfin les argiles sablonneuses et les minerais de fer recouvrent la craie et les calcaires jurassiques du Périgord, de la Saintonge et du Quercy. D'après l'auteur, les calcaires lacustres ne sont pas continus, mais forment des amas allongés ou des couches qui s'amincissent graduellement au milieu

du grand dépôt de la mollasse arénacée d'eau douce. Les faluns coquilliers (Saucats, Mérignac, Dax,) reposent quelquefois sur le calcaire grossier, mais sont souvent associés avec la mollasse coquillière dont ils renferment les fossiles, et qui n'en diffère d'ailleurs que par la présence du carbonate de chaux.

Après avoir constaté la superposition du calcaire d'eau douce au calcaire grossier près d'Agen et de Villeneuve-d'Agen, M. Dufrénoy décrit le calcaire lacustre de Beaumont, qui recouvre directement la craie. On y trouve des silex noirs, calcédonieux et opalins vers le haut, ou constituant quelquefois des masses puissantes, caverneuses, mais non cariées comme la meulière des environs de Paris. On les exploite pour faire des meules près de Beaumont, à Cunial, au Rocal-de-Cunial, à Saint-Aubin, aux Faux, et surtout aux environs de Bergerac. Au Roc-de-Pers, au sud-est de Sainte-Sabine, des cristaux de gypse sont disséminés dans une marne schisteuse. Il y a plusieurs couches de marnes gypsifères, mais deux seulement fournissent de bonne pierre à plâtre. On trouve aussi dans les marnes des rognons imprégnés de strontiane sulfatée. Ainsi le gypse de cette localité serait intercalé dans les dépôts d'eau douce de la formation moyenne comme tous ceux du midi de la France. A Castres, le calcaire lacustre renferme de nombreuses concrétions calcaires dont le centre est presque toujours à l'état spathique.

(P. 63). Dans la partie méridionale de la bande tertiaire qui court parallèlement aux Pyrénées, le calcaire est peu développé : souvent il est représenté par de simples rognons disséminés dans la mollasse. Les vallées qui descendent de la chaine offrent plusieurs terrasses successives, et l'on remarque une différence d'âge entre les galets du fond des vallées et ceux des hauteurs qui les bordent. Les premiers résultent de la destruction du terrain primaire, et les seconds sont des roches très variées, provenant souvent de la formation jurassique ou du grès vert. Les collines des environs de Toulouse appartiennent à la mollasse semblable à celle des bords du Tarn à Montauban. Autour de Pau, les rognons calcaires sont toujours subordonnés à la mollasse. Sur la route de Monnein, au delà de Jurançon, le terrain tertiaire très puissant comprend une série d'argiles jaunâtres, sablonneuses, avec fer oxydé hydraté, des argiles calcarifères avec des rognons comme ceux des collines des environs de Toulouse, des marnes blanches, tendres, se délitant à l'air, avec des Hélices et des Paludines, et des rognons concrétionnés dont le centre

est de calcaire spathique, comme à Castres, Narbonne, Montpellier, Aix et Marseille, caractères qui se montrent ainsi fort constants sur une très grande étendue de pays. Au-dessus viennent successivement une mollasse peu solide, des poudingues composés d'une énorme quantité de galets crétacés de la grosseur d'un œuf ou du poing, de cailloux de quartz blanc, de calcaire jaune compacte, ou de grès quartzeux réunis par de l'argile jaunâtre. Les galets libres, recouvrant les plateaux stériles où végètent seulement des bruyères, résultent de la désagrégation du poudingue sous-jacent. Les uns et les autres diffèrent d'ailleurs des cailloux roulés que l'on rencontre dans les vallées qui aboutissent aux Pyrénées, et qui, exclusivement granitiques, appartiennent aux alluvions anciennes. (Terrain quaternaire, *antè*, p. 201.)

Dans le midi de la Saintonge, la mollasse est à l'état de sable et de galets siliceux, avec un mélange de silex opalins et de calcaire. Des ossements de *Palæotherium* et de Tortues d'eau douce ont été trouvés à la Grave. La composition, l'épaisseur et l'aspect de la roche sont d'ailleurs très variables. Aux environs de Montlieu, du Gibaut, on trouve quelques traces de lignite et des couches d'argile plastique; et sur les plateaux on voit fréquemment des blocs de mollasse à ciment calcaire, de silex carié, de calcaire siliceux, et de grès en masses arrondies et tuberculeuses. Ces grès, avec de petits galets quartzeux, se trouvent isolés, par suite de la disparition de la roche meuble qui les enveloppait. Des ossements d'*Emys*, de *Trionyx* et de *Palæotherium* ont été signalés à Bonzac.

(P. 79.) Dans la partie sud-est du bassin méridional, le gypse est plus fréquent. Ainsi il existe à Sigean, à Narbonne, aux environs de Castelnaudary et à Aix en Provence. Il y occupe la même position, et y présente les mêmes caractères. A Narbonne, des amas de soufre sont associés au gypse, et les couches plongent de 20° à l'O., par suite d'un dérangement qu'ont occasionné les ophites (diorites).

(P. 86.) Le lignite existe dans presque toutes les parties du grand bassin tertiaire occupé par le calcaire lacustre. Les principales exploitations sont à la Caunette et à Minerve, près de Carcassonne, à Saint-Paul-du-Mont-Carmel, près de Montpellier, au Pont-Saint-Esprit, à Gardanne, etc., dans le département des Bouches-du-Rhône. Ces dépôts, qui sont tous à la limite inférieure du terrain tertiaire et au contact du terrain secondaire, pourraient, à cause de cela, être regardés comme la partie la plus ancienne des sédiments tertiaires, et représenter, par conséquent, les lignites du

nord de la France ; mais M. Dufrénoy pense qu'ils se rattachent à ceux des Landes, à Béliet, et à ceux du Gibaut, dans la Saintonge, et qu'ils appartiennent ainsi à la seconde formation tertiaire. La continuité du calcaire lacustre de Marseille à la Réole, où il repose sur le calcaire grossier, est une preuve de plus en faveur de la contemporanéité de tous ces amas de lignite qui occupent, en réalité, la même position.

Le nombre et l'épaisseur des couches charbonneuses sont variables. Ces couches ne sont pas continues, et l'on en compte jusqu'à neuf dans une même localité. Leur épaisseur est de $0^m,40$ à 1 mètre; une seule atteint $1^m,50$. Aux environs de Saint-Chinian (Hérault), il y a quatre exploitations alignées dans la direction de toutes les autres couches du pays, et qui appartiennent à un même niveau géologique. Les argiles et les marnes qui les accompagnent renferment des empreintes végétales, des Planorbes et des Lymnées. Le poudingue de Saint-Chinian, composé de galets de calcaire compacte, gris foncé, jaunâtre et toujours esquilleux, provenant, pour la plupart, de la craie, et reliés par un calcaire d'eau douce, souvent rose ou plus ou moins rouge, se retrouve aux environs d'Aix, où il constitue la *brèche du Tholonet*. Aux moulins Réals, entre Saint-Chinian et Murviel; le poudingue borde un étroit défilé que traverse l'Orb, et il est facile de reconnaître sa postériorité aux couches argileuses à lignite de Cessenon.

Mollasse coquillière marine.

(P. 99.) La mollasse marine, qui vient ensuite, se compose de calcaire, de marnes et de sables argileux. Le calcaire est assez variable; le plus ordinairement il est caverneux et en grande partie formé de débris de coquilles et de polypiers agglutinés par du carbonate de chaux, qui lui donne une grande solidité. A Béziers, il présente beaucoup de grains verts, ce qui l'avait fait rapporter au calcaire grossier de Paris. Aux environs de Montpellier et du Pont-Saint-Esprit il est plus homogène.

La position relative du calcaire lacustre et de la mollasse marine se déduit de l'observation directe comme de leur disposition générale. Dans le bassin de l'Hérault, par exemple, le calcaire lacustre qui en forme les parois s'appuie immédiatement sur les couches jurassiques, et la mollasse coquillière, qui forme des monticules au centre du bassin, repose sur le calcaire d'eau douce. A la montagne de Beaupuis, au nord-ouest de Marmande (Lot-et-Garonne), on voit de même la mollasse coquillière recouvrir le calcaire lacustre, ainsi que de Tonneins à Marmande, dans l'intérieur des Landes, puis

entre Gondrain, Condom et Agen, où elle présente les mêmes caractères. La superposition se voit encore aux environs de Nîmes, de Montpellier, de Béziers, et plus particulièrement dans une coupe de Mont-Redon, à Sommières.

Les faluns des Landes ne sont qu'une modification de la mollasse marine. Ce sont des sables siliceux associés avec des couches de sable calcaire. Leur position au pied des collines, et les coquilles innombrables qu'ils renferment doivent les faire regarder comme des dépôts littoraux (Mérignac, Saucats, Léognan, Martillac, la Brède, Saint-Médard-en-Salles, Gradignan et les environs de Dax).

Les sables et les argiles avec minerais de fer recouvrent la plupart des plateaux de la France centrale formés par le terrain secondaire, et se relient aux couches supérieures du nord. Lorsque ce dépôt est superficiel, il ressemble à un sédiment alluvien. Il contient des galets de toutes sortes, mais point de couches réglées. Le minerai de fer y est irrégulièrement disséminé. Il alimente les usines du Nivernais, du Berri, du Périgord, etc., où il est connu sous le nom de *minerai d'alluvion*. Aux environs d'Aire, près d'Angoulême, le minerai de fer oxydé hydraté, enveloppé d'argile et de sable, est en blocs plus ou moins gros, caverneux, irréguliers. On trouve dans ces mêmes argiles ocreuses des blocs tuberculeux et caverneux de calcaire siliceux empâtant des galets de quartz hyalin, et simulant des bancs lorsque les rognons sont allongés et déprimés. Du côté de Ruffec, des dépôts analogues renferment des grès semblables à ceux de Fontainebleau. Le minerai se rencontre encore dans les fentes nombreuses des calcaires secondaires. Ces argiles superficielles paraissent être d'eau douce, à en juger d'après les Hélices, les Planorbes et les Lymnées trouvées dans les calcaires qui y sont intercalés aux environs de Saint-Amand, de Nevers, etc.

Formation supérieure.

(P. 128.) M. Élie de Beaumont a constaté la discordance de stratification des formations tertiaires moyenne et supérieure dans la Provence et le Dauphiné; dans les Landes, cette discordance paraît exister aussi, mais sans y être aussi évidente. Entre Agen et Gondrain les sables et les galets de la formation supérieure reposent sur le calcaire d'eau douce, tandis que, dans le bois de Gondrain, ils recouvrent la mollasse marine.

Cette formation est composée de dépôts de transport, de galets, de sable, d'argile grossière et sablonneuse. Sur quelques points les sables sont recouverts par un calcaire d'eau douce terreux (Saucats,

Montpellier, Marseille), mais toujours local et superficiel. Excepté aux environs de Perpignan, l'épaisseur de ces sédiments est très faible. Les sables des Landes, qui ne s'élèvent moyennement qu'à 20 mètres au-dessus de la mer, se rattachent aux cailloux roulés qui recouvrent les coteaux de la Chalosse, des environs de Pau, et les parties les plus élevées de l'Agénais, jusqu'à 218 mètres au-dessus de la mer. Dans le voisinage des Pyrénées, ces amas de galets sont fort étendus et très minces en général, tandis que dans la vallée du Rhône et dans celle de l'Isère ils acquièrent une grande épaisseur. Aux environs de la Tour-du-Pin ils ressemblent à la mollasse et au nagelfluh de la Suisse, aux dépens desquels ils auraient été formés, et ils renferment un dépôt considérable de lignite qui est exploité.

Le sable siliceux jaunâtre sur lequel est bâtie la ville de Montpellier appartient à cette formation. Les coquilles sont celles des collines sub-apennines, et l'on y trouve aussi des ossements de grands mammifères. Le sable est séparé du calcaire moellon par des argiles bleues, et sur divers points il est recouvert par de petits dépôts de calcaire lacustre, tendre, terreux, caverneux, déjà cité à Saucats, et qui se retrouve à Cucuron, au nord d'Aix, sur la rive droite de la Durance. Aux environs de Perpignan, les accumulations de coquilles marines rappellent celles de Montpellier et des collines sub-apennines, et les espèces sont identiques de part et d'autre. Ces dépôts très circonscrits sont ceux de Banyuls-les-Aspres, de Millias, de Trouillas et du Boulou, où ils ne sont recouverts que par des alluvions. Les couches en ont été cependant redressées par l'apparition des ophites, phénomène qui paraît avoir donné au Canigou sa forme actuelle. Enfin, sur le revers espagnol de la chaîne, M. Dufrénoy a trouvé ces mêmes dépôts représentés par des marnes schisteuses noires, avec des Lymnées, des Planorbes et des lignites que l'on exploite à Estavar. Ces couches ont été dérangées comme les précédentes.

§ 2. Bassins inférieurs de la Dordogne et de la Garonne.

Si nous revenons actuellement à l'étendue de pays que nous avons limitée au commencement de ce chapitre, nous trouverons que le plateau jurassique élevé qui sépare le bassin de la Loire de celui de la Charente présente çà et là des lambeaux tertiaires qui ont été étudiés dans le département des Deux-Sèvres par M. Caca-

rié (1). Les dépôts lacustres de la vallée de la Sèvre sont des marnes verdâtres et des calcaires avec Planorbes, Lymnées et Paludines, recouverts de silex meulière et d'argile ferrugineuse, puis des sables, des argiles marneuses, des galets siliceux, le tout rapporté à la formation tertiaire moyenne. Quelques minerais de fer en grain y sont subordonnés. A Vinay, le minerai renferme du phosphore et de l'arsenic. Les grès se voient à Pisseloup, près d'Azay-sur-Thoué, et à Rigny, près de Thouars. Ils ne renferment point d'ailleurs de fossiles, et sont disséminés dans une argile sablonneuse.

Classifications diverses.

Les bassins inférieurs de la Dordogne et de la Garonne, qui comprennent les parties méridionales des départements de la Charente-Inférieure, de la Charente et de la Dordogne, puis les départements de la Gironde et de Lot-et-Garonne, ont été, sous le rapport des dépôts tertiaires qui les occupent, le sujet d'opinions très diverses, et l'on comprend difficilement qu'un pays, qui n'a éprouvé aucun bouleversement, et dont toutes les couches parfaitement caractérisées viennent affleurer sur les pentes abruptes des vallées qui le sillonnent en tous sens, ait donné lieu à des discussions aussi longues et aussi compliquées.

En 1826, M. Billaudel (2) plaça le calcaire grossier sur la rive droite de la Garonne, et tous les faluns sur la rive gauche. Dans sa carte géologique du département de la Gironde (3), il indiqua trois divisions principales qui étaient, en allant de bas en haut ; 1° argile plastique, lignite et mollasse; 2° lignite régnant du N. au S. sur le littoral; 3° banc considérable de calcaire grossier marin à la partie supérieure des dépôts du bassin de la Gironde, occupant le centre du département et se dirigeant du N.-O. au S.-E. Une coupe de la vallée de la Garonne (4) faisait voir en outre, au-dessus du calcaire grossier, un calcaire lacustre avec Paludines, Planorbes et Lymnées (Bazas, Saucats), des couches gypseuses à Casteljaloux (Lot-et-Garonne), des marnes d'eau douce superposées au gypse et les faluns coquilliers de Saucats et de Léognan placés entre le calcaire grossier et le *diluvium*.

Alex. Brongniart (5) avait mis en parallèle les faluns coquilliers

(1) *Description géologique du dép. des Deux-Sèvres*, p. 54.
(2) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. I, p. 99. 1826.
(3) *Recueil de l'Académie de Bordeaux*. 1828.
(4) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. I, p. 339.
(5) *Description géologique des environs de Paris*, p. 317, édit. de 1835.

de Léognan avec le calcaire grossier de Paris, opinion qui ne fut point partagée par M. Boué (1), dont les observations, plus d'accord avec celle de M. Billaudel, ne jetèrent point cependant beaucoup de lumière sur cette question.

Dans ses considérations générales sur le terrain tertiaire du département de la Gironde, Jouannet (2) fut porté à admettre deux calcaires grossiers marins séparés par la mollasse d'eau douce ou *paléothérienne*, et ce ne fut pas sans hésiter qu'il établit la série suivante des assises à partir de la craie : 1° argile plastique et lignite; 2° calcaire marin inférieur; 3° terrain paléothérien et mollasse; 4° calcaire marin supérieur (qui paraît être aussi pour l'auteur le niveau des faluns); 5° calcaire lacustre; 6° diluvium. Cette classification, quoique imparfaite, devait mettre sur la véritable voie, mais la confusion du calcaire marin supérieur avec les faluns la fit rejeter, sans que l'on tînt compte de ce qu'elle avait d'exact. Dans le même temps, M. Deshayes, par la comparaison des fossiles, établissait la distinction importante du calcaire grossier de Blaye et des faluns de Léognan, de Saucats, etc. M. Ch. Des Moulins (3), tout en séparant, contrairement à l'opinion de M. Boué, les calcaires de Blaye et de Pauillac de ceux de la Roque, de Bourg et de la rive droite de la Garonne, ne saisissait point leurs vrais rapports, parce qu'il omettait de placer entre eux la mollasse sableuse avec *Palæotherium*, etc. On vient de voir que M. Dufrénoy n'avait admis qu'un calcaire grossier marin s'étendant de Blaye, d'une part, jusqu'à Saint-Émilion dans la vallée de la Dordogne, et de l'autre jusqu'à Marmande dans celle de la Garonne. Au-dessus, et représentant la formation tertiaire moyenne, venaient la mollasse du Fronsadais avec *Palæotherium* et *Trionyx* et les calcaires lacustres, puis les faluns ou mollasse marine de Saucats, Léognan, etc. Cette classification proposée en 1834 fut suivie dans la *Carte géologique de la France* publiée en 1841.

Classification de M. Drouot.

En 1838, M. Drouot (4) reconnut trois étages d'eau douce et deux étages marins. Il nomma *calcaire grossier* celui de ces derniers qu'il regardait comme le plus ancien, et *mollasse coquillière* le plus récent. Le calcaire grossier recouvre, dit-il, le calcaire

(1) *Journal de géologie*, vol. I, p. 207. — *Ann. des sciences nat.*, vol. IV, p. 141.
(2) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. IV. 1830.
(3) *Bull.*, vol. II, p. 376, 441 et 444. 1831.
(4) *Ann. des mines*, 3ᵉ série, vol. XIII, p. 57. 1838.

d'eau douce, qui est très développé dans l'Agénais et aux environs de Bergerac.

L'*étage d'eau douce inférieur* se compose vers le bas d'argile et de mollasse sableuse atteignant une épaisseur de 40 mètres, et vers le haut, de calcaires en bancs d'une puissance totale de 10 mètres. Les argiles sont verdâtres, blanches, grises et rougeâtres. La mollasse avec *Palæotherium*, *Trionyx*, etc., se lie aux calcaires, et ceux-ci, tantôt compactes, tantôt argileux, renferment des silex meulières (canton de Sainte-Foix-la-Grande) qui diminuent au S. et cessent de se montrer dans la vallée de la Garonne. Le *calcaire grossier* s'étend de la limite orientale du département de la Gironde jusqu'à la jonction des deux rivières. Il repose sur le calcaire lacustre et quelquefois sur les argiles. Dans quelques localités (Sainte-Foix, la Réole), il passe à une mollasse sablonneuse, micacée avec du feldspath altéré et des galets provenant du calcaire lacustre sous-jacent. Cette assise en l'absence des fossiles pourrait être alors confondue avec la mollasse d'eau douce inférieure. Au delà de Créon cet état meuble cesse et le calcaire grossier se montre seul pour former la rive droite de la Garonne, et des argiles s'y présentent à divers niveaux.

Le *second étage d'eau douce* ne constitue que des lambeaux qui se voient à l'est de La Réole, à Langoiran, mais pas au delà. Ce sont des couches d'argile associées à une mollasse sablonneuse et recouvertes par des bancs calcaires ressemblant en tout à l'étage inférieur. On y a trouvé une mâchoire d'Hippopotame à Montagaudin, et les coquilles fluviatiles et terrestres y sont très répandues. La *mollasse coquillière* (*étage marin supérieur*, de M. Drouot) s'est déposée sur la surface déjà ravinée des étages précédents; elle a été même fortement dénudée par les torrents qui ont creusé les vallées actuelles. A l'inverse des dépôts lacustres qui s'amincissent de l'E. à l'O., la mollasse coquillière, comme le calcaire grossier, augmente d'épaisseur dans cette direction. L'auteur y rapporte des argiles verdâtres avec Huîtres, que l'on voit près de la Réole à la côte de Graveilleuse, et des calcaires blanc-jaunâtre, poreux, à Sainte-Croix-du-Mont. Ce second étage marin est caractérisé par deux couches d'Huîtres et ne dépasse pas Gornac et Montpezat. Enfin l'*étage d'eau douce supérieur* ne présente que deux lambeaux, l'un près de la Réole au sommet de la côte de Graveilleuse, et l'autre à Sainte-Croix-du-Mont. On peut observer dans la première de ces localités la superposition directe des cinq étages précédents, qui sont

ensuite recouverts par deux dépôts meubles dont nous avons déjà parlé ; l'un, contemporain du creusement des vallées, couronne la formation tertiaire supérieure et occupe les plateaux ; l'autre, plus récent, suit ces mêmes vallées, s'élève assez haut sur leurs pentes et appartient au terrain quaternaire.

En continuant à l'E. l'examen des couches tertiaires, M. Drouot a cru reconnaître, vers le confluent du Lot et de la Garonne, une alternance de dépôts marins et lacustres ; mais plus loin, à Clairac, les sédiments d'eau douce se montrent seuls avec une épaisseur de 80 mètres. Les couches meubles, contemporaines du creusement des vallées, n'occupent plus les sommités du pays comme à l'ouest de Marmande, mais descendent sur les pentes et s'abaissent lorsqu'on s'avance vers l'E. Les argiles grises, blanches et rouges caractérisent alors partout l'étage d'eau douce qui ne dépasse point Fumel, où il repose sur ce que l'auteur nomme *terrain ferrifère*. Ce dernier, dans la vallée de la Lémance est composé de sable quartzeux et d'argiles ordinairement rouges, plus ou moins foncées et parfois blanches ; à la partie supérieure sont des grès et des sables. Le minerai se trouve à la base en géodes ocreuses et disséminées irrégulièrement dans la masse argileuse et sableuse. Associé avec la silice, le minerai passe de l'état de quartz à celui d'hydroxyde de fer pur. Dans le département de Lot-et-Garonne, il repose sur la craie, dont il suit toutes les ondulations, et nous l'avons observé dans le département de la Dordogne avec les mêmes caractères, ainsi que les argiles panachées, les sables et les grès qui les recouvrent occupant une position identique aux environs de Beaumont, de la Linde et de Bergerac (1).

M. Drouot pense que les dépôts marins, entre la Dordogne et la Garonne, se terminent en coin dans les dépôts lacustres de l'Agénais situés au S.-E., où ils constitueraient seuls tout le terrain tertiaire, et il serait disposé à admettre une certaine contemporanéité des uns et des autres, puis des alternances aux limites de l'action marine et de l'action lacustre ; mais la coupe théorique que donne l'auteur eût été plus convaincante, si elle eût présenté le relief actuel du sol et les niveaux relatifs des étages dans ses diverses parties. C'est d'ailleurs une observation que nous avons déjà faite pour un autre bassin, et qui trouve encore sa place ici, et l'on

(1) D'Archiac, *Études sur la formation crétacée*, 1re partie, p. 9 et suivantes, et pl. XI, fig. 2 et 8, 1843.

ne peut guère admettre de pareilles conclusions que d'après des profils exécutés avec le plus grand soin sous le rapport orographique comme sous le rapport stratigraphique. Au reste, on doit remarquer que, dans sa classification, M. Drouot a complétement omis un membre important de la série tertiaire de ce bassin, précisément le plus ancien, c'est-à-dire le calcaire grossier de Blaye qui se trouve au-dessous de son étage d'eau douce inférieur. Cette omission grave a dû contribuer à faire rejeter par quelques géologues ce que les aperçus de l'auteur avaient d'exact à d'autres égards.

M. Grateloup (1) a donné un tableau très détaillé des couches qui composent le bassin inférieur de la Garonne, mais cet arrangement manque de clarté en ce qui concerne le terrain tertiaire. Il ne s'accorde précisément ni avec les idées de M. Dufrénoy et des autres géologues qui placent tout le calcaire grossier à la base du terrain, ni avec celles de M. Drouot, qui le met au-dessus de la mollasse d'eau douce de la rive droite de la Dordogne ; il ne substitue d'ailleurs aucune disposition nouvelle aux anciennes, et, en essayant de les concilier, il associe d'une manière peu naturelle des assises ou des étages très distincts, et en déplace d'autres arbitrairement. Aussi le savant naturaliste de Bordeaux émet-il des doutes très sages à ce sujet, dans l'observation qui suit ce résumé, lorsqu'il dit qu'il est possible que l'étage *paléothérien* soit intercalé entre les couches du calcaire grossier inférieur. Ainsi reparaît sous une autre forme l'ancienne opinion de Jouannet.

Classification de M. de Collegno.

D'après M. de Collegno (2), le calcaire lacustre de l'Agénais se rattacherait par de nombreux lambeaux à ceux du Cantal et de l'Allier, et ceux-ci vers le N. feraient suite aux dépôts de même origine de la vallée de la Loire et de l'Orléanais, que nous avons vus à une grande distance au-dessus du calcaire grossier du bassin de la Seine. Mais on s'aperçoit qu'ici l'auteur pose en principe précisément ce qui est en question, car il eût fallu prouver d'abord par un grand nombre de coupes très rapprochées les unes des autres,

---

(1) *Catalogue zoologique des animaux vertébrés et invertébrés fossiles des terrains du bassin de la Gironde, précédé de la classification de ces terrains*, in-8. Bordeaux, 1838.

(2) *Sur le gisement du terrain tertiaire du département de la Gironde.* (*Compt. rend.*, vol. X, p. 19. 1840. — *Bull.*, vol. XI, p. 335. 1840. — *Ann. des sc. géol.*, vol. II.) — *Essai d'une classification du terrain tertiaire du département de la Gironde*, in-8. 1843.

et faites des bords du bassin vers le centre ou mieux vers son axe, que le dépôt lacustre placé par M. Drouot *sous* le calcaire grossier de la Gironde se trouve au contraire *au-dessus*. Ensuite, comme M. Drouot distinguait deux calcaires d'eau douce l'un au-dessous et l'autre au-dessus de ce même calcaire grossier, il fallait faire voir ou que l'un et l'autre ne font qu'un, d'où était résulté un double emploi, ou bien que c'est plutôt l'inférieur que le supérieur qui se prolonge dans le centre et le nord de la France. C'est ce que M. de Collegno n'a pas démontré, et nous allons voir que, s'il a été plus heureux à d'autres égards que ses prédécesseurs, il n'a pas laissé cependant que de confondre des choses distinctes.

Ce savant, à l'exemple de M. Dufrénoy, divise le terrain tertiaire dont nous nous occupons en trois formations. La première, ou formation tertiaire inférieure, se subdivise à son tour en deux groupes. L'inférieur, ou calcaire marin avec Orbitolites (Pauillac, Blaye, Plassac), qui s'enfonce sous la Dordogne vis-à-vis le bec d'Ambez, avait été, comme on l'a vu, complétement méconnu par M. Drouot. Aussi n'est-il pas exact d'attribuer à ce dernier l'idée *qu'il était supérieur au calcaire d'eau douce de l'Agénais et des environs de Bergerac*. Le groupe supérieur, depuis Laroque jusqu'à Bourg, constitue aussi un calcaire marin avec des osselets d'Astéries, et que nous désignerons souvent avec l'auteur sous le nom de *calcaire à Astéries;* c'est le vrai calcaire grossier de M. Drouot. M. de Collegno regarde comme y étant subordonné des argiles plus ou moins sableuses passant à la mollasse et atteignant jusqu'à 50 mètres d'épaisseur (Saint-Germain, Fronsac, Branne). C'est à cette grande assise argilo-sableuse que nous réserverons le nom de *mollasse du Fronsadais*. Ces deux groupes s'abaissent sensiblement vers le S.-E.

Après avoir donné une coupe des environs de Blaye, dont nous avons eu plusieurs fois occasion de vérifier la parfaite exactitude, M. de Collegno (p. 15) reconnaît qu'il y a deux groupes de couches marines séparées par une formation d'eau douce, et il ajoute, ce qui est non moins exact, que le calcaire marin des hauteurs de Bonneau et de Cars ne contient ni les Orbitolites ni les échinides, si fréquents dans le calcaire inférieur, lequel, à son tour, ne renferme jamais l'*Ostrea virginica*, si répandue dans le calcaire marin supérieur. Cependant l'auteur ne paraissant pas avoir reconnu ce dernier calcaire dans ceux de Bourg, de la rive droite de la Dordogne et de la Garonne, qu'il considère comme reposant immédiatement sur

le calcaire à Orbitolites de Blaye, il en est résulté la confusion que nous indiquerons tout à l'heure. Sur la rive gauche de la Garonne, les environs de Lesparre appartiendraient au calcaire grossier inférieur de Blaye, qui disparaîtrait à peu de distance au nord de Pauillac pour faire place au calcaire de Bourg, de Lormont, etc., auquel appartient le gisement coquillier de Terre-Nègre. Enfin il serait encore exploité à Langon, au niveau de la rivière. M. de Collegno en traçant ainsi vers le S. le développement et l'abaissement du calcaire à Astéries, et ensuite son extension au S.-E., a beaucoup contribué à éclaircir la question principale, qui cependant n'a été résolue qu'après lui.

La formation tertiaire moyenne de l'auteur se divise aussi en deux groupes (1) : l'inférieur, composé d'une mollasse souvent très calcaire, avec des fossiles d'eau douce, et le supérieur, formé par un calcaire sableux, avec des coquilles marines très nombreuses. A Blaye, la formation moyenne reposerait sur le calcaire à Orbitolites, et à Sainte-Croix-du-Mont sur le calcaire à Astéries. Mais on doit faire remarquer ici que l'auteur prend pour la formation tertiaire moyenne, sur la rive droite de la Gironde, la même mollasse qu'il avait regardée plus haut comme subordonnée au calcaire à Astéries sous le nom de *mollasse du Fronsadais*, et le calcaire lacustre dont il parle (2) se trouve en réalité, dans la coupe complète des environs de Blaye, placé entre cette même mollasse et le calcaire à Astéries. Cette méprise, qui consiste à mettre au-dessus du calcaire à Astéries de Sainte-Croix-du-Mont des couches qui, à Blaye et sur toute la rive droite de la Dordogne, sont au contraire au-dessous, a fait dire que les premières étaient indépendantes du vrai calcaire grossier, ce qui est vrai ; mais ce qui ne l'est pas, c'est que la mollasse du Fronsadais et les calcaires lacustres puissent appartenir à la formation tertiaire moyenne, et l'on ne peut, par conséquent, en conclure (p. 39) que le calcaire lacustre de l'Agénais recouvre indifféremment le calcaire de Blaye (calcaire grossier inférieur) et celui de Bourg (calcaire à Astéries).

Ce qui est bien évident, poursuit l'auteur (p. 26), c'est que le calcaire solide marin de la Réole se rattache, à l'E. et à l'O., au calcaire à grandes Huîtres (*O. undata* et *virginica*) de Beaupuis et de Sainte-Croix-du-Mont, et que ce calcaire solide marin se trouve

---

(1) *Bull.*, vol. XI, 336. 1840.

(2) *Essai sur la classification des terrains tertiaires du département de la Gironde*, p. 39. 1843.

à un niveau géologique supérieur à celui du calcaire de Bourg et de Lormont. En suivant ces couches vers le midi, autour de Bazas, on y retrouve les mêmes caractères qu'à Sainte-Croix-du-Mont et à la Réole, et les fossiles ne permettent pas de douter qu'elles n'appartiennent à la formation tertiaire moyenne ou à l'horizon des faluns de Saucats, de Léognan, de Mérignac, etc. La conclusion de l'auteur (p. 38) est que la concordance parfaite du calcaire de Blaye et du calcaire de Bourg confirme l'identité de formation indiquée par les fossiles, et que ce serait aller contre tous les faits observés que de vouloir rapporter les couches de Bordeaux (Bourg, Terre-Nègre, etc.) à la formation tertiaire moyenne, et ne placer dans l'inférieure que celles de Blaye, de Pauillac, etc. On verra cependant que cette superposition est transgressive, que les fossiles sont différents, et que M. de Collegno n'aurait pas dû séparer de la formation inférieure la mollasse et le calcaire lacustre des environs de Blaye, etc., placés précisément entre ces deux calcaires marins.

En remontant la Dordogne, le même géologue a examiné avec beaucoup de soin les pentes des collines qui la bordent, et il a partout reconnu la position de la mollasse du Fronsadais au-dessous du calcaire à Astéries (p. 31) : aussi doit-on s'étonner que, dans le tableau des superpositions (p. 43), où la série des couches est renversée, il ait placé ce calcaire au-dessus, avec celui de Blaye. Quant aux couches d'argiles sableuses rougeâtres qui reposent sur la craie au nord et à l'est de Bergerac, et rapportées à la formation tertiaire moyenne, nous avons fait voir (1) qu'elles constituaient des argiles panachées, avec des sables ferrugineux et des grès en dessus, puis des minerais de fer en dessous, qui devaient être ensemble regardés comme formant la base de la mollasse du Fronsadais, si développée entre Bergerac et Mucidan, et appartenir, par conséquent, à la formation inférieure. Cette opinion s'accordait d'ailleurs avec celle qu'avait émise M. Drouot pour les environs de Fumel.

Les principaux changements apportés à la classification proposée par M. de Collegno (p. 43) sont, comme on va le voir : 1° *que le calcaire de Bourg*, placé à côté de celui de Blaye, doit être mis après ou au-dessus des *calcaires et argiles d'eau douce*, et que ces derniers

(1) D'Archiac, *Études sur la formation crétacée*, 1re partie, p. 9, 12 et suivantes, pl. XI, fig. 2 et 8. 1843. — *Ann. des sc. géol.*, vol. II. 1843.

font par conséquent partie de la formation inférieure, avec la mollasse du Fronsadais qu'ils recouvrent et séparent du calcaire de Bourg ou à Astéries; 2° que les couches à grandes Huîtres de la rive droite de la Dordogne sont tout à fait distinctes de celles de Sainte-Croix-du-Mont, de Bazas, etc., placées bien plus haut dans la série, et appartenant, comme les faluns, à la formation moyenne.

Classification de M. Delbos.

Un rapport de MM. Pedroni et J. Delbos (1), sur une excursion géologique faite aux environs de Blaye, ajoutait peu à ce que l'on savait déjà; mais plus tard M. Delbos, dans ses *Recherches sur l'âge de la formation d'eau douce de la partie orientale du bassin de la Gironde* (2), est venu mettre fin à une discussion qui durait depuis plus de vingt ans, et il le fit en démontrant, par une série de coupes très détaillées, prises sur les deux rives de la Dordogne, la position que l'on devait assigner à la mollasse du Fronsadais, avec ses argiles et ses calcaires lacustres, d'une part, relativement au calcaire marin inférieur de Blaye, et, de l'autre, par rapport au calcaire à Astéries, position que nous avons déjà fait pressentir pour mieux apprécier les diverses voies dans lesquelles les géologues s'étaient successivement engagés. Il nous suffira donc, pour être actuellement bien compris, d'indiquer d'abord le sujet de ce premier Mémoire de M. Delbos, et de passer ensuite à l'examen d'un travail plus récent (3), complément du précédent en ce qu'il traite de la formation tertiaire moyenne du même bassin. Le tableau suivant résume l'ensemble des observations de l'auteur et la classification qu'il propose.

Formation moyenne
- supérieure
  - 1er groupe.
    1. Calcaire d'eau douce de Bazas.
    2. Faluns de Salles?
    3. Faluns de Mérignac.
    4. Calcaire d'eau douce de Saucats.
  - 2e groupe.
    1. Faluns { type de Saucats. / — de Léognan.
    2. Mollasse ossifère à échinodermes.
- inférieure. . . . . . Calcaire à Astéries (4).

(1) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XIII, p. 167. 1843.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 403. 1846. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 241, pl. XII. 1847.

(3) *Notices sur les faluns du sud-ouest de la France. Bull.*, 2e sér., vol. V, p 417. 1848.

(4) Nous plaçons ici le calcaire à Astéries, conformément à la clas-

Formation inférieure
1. Couches avec *Ostrea longirostris*.
2. Calcaire d'eau douce et meulières grises.
3. Mollasse du Fronsadais et grès de Bergerac.
4. Calcaire à Orbitolites de Blaye, Pauillac, etc.

Formation inférieure.

Le calcaire à Orbitolites comprend, vers le bas, des calcaires généralement tendres, peu coquilliers, avec beaucoup de petits cailloux de quartz, et au-dessus, des calcaires durs, très riches en fossiles. L'*Orbitolites complanata*, Lam., y est très répandue, ainsi que les échinodermes et les Milliolites. On y trouve, en outre, la *Clavagella coronata*, Desh., le *Cerithium giganteum*, Lam., le *Terebellum convolutum*, id., le *Pileopsis cornucopiæ*, id., etc.

La *mollasse du Fronsadais*, le plus considérable des dépôts d'eau douce du bassin de la Gironde, comprend de bas en haut, 1° des argiles et des glaises plus ou moins sableuses, souvent panachées avec des lits peu épais de sable, et quelques lits subordonnés de calcaire d'eau douce ; c'est le gisement des *Palæotherium*, des Gavials, des *Trionyx*, etc., décrits par Cuvier; 2° une mollasse sableuse ou du sable alternant quelquefois avec des veines d'argile très sableuse, et rarement avec des lits de calcaire ; les grès concrétionnés du Fronsadais; les grès de Bergerac ; les grès ferrugineux de Lanquais, et les minerais de fer du Périgord; 3° des argiles formant des bancs peu suivis.

La mollasse qui, vue en grand, repose transgressivement sur le calcaire à Orbitolites, atteint une épaisseur de plus de 100 mètres. Après avoir recouvert immédiatement la craie dans le sud des départements de la Charente-Inférieure et de la Charente, elle se prolonge dans celui de la Dordogne sous forme de minerai de fer, d'argiles panachées et de grès, puis surmonte les calcaires jurassiques du département de la Corrèze. Les grès que nous avons signalés à Gourdon, à Peyrac et Lasséguinies, sur la route de Souillac à Cahors, en font encore partie (1).

---

sification que l'auteur a adoptée dans sa dernière note, car dans son mémoire précédent (p. 284) il l'avait mis dans la formation inférieure.

(1) D'Archiac, *Études sur la formation crétacée*, 1re partie, p. 47, et pl. XI, fig. 1. 1843.

L'étage du *calcaire d'eau douce avec meulières* est composé, 1° de calcaires blancs ou gris, généralement marneux à l'O., mais augmentant de solidité vers l'E., où ils se chargent peu à peu de silice; les fossiles y sont rares et accumulés par place; 2° de meulières intercalées dans les couches calcaires les plus dures, et y constituant des masses irrégulières, presque toujours placées au même niveau. Les meulières sont ordinairement blondes, caverneuses, quelquefois très poreuses. Leur épaisseur dépasse rarement 3 mètres, et les fossiles y sont rares. Sur les bords de la Dordogne, le calcaire d'eau douce ne commence à se montrer que vers Saint-Emilion; il repose constamment sur la mollasse, à laquelle il passe quelquefois. Les meulières ne paraissent qu'aux environs de Castillon, et continuent plus à l'E. partout où règne le calcaire. Au-delà de Bergerac elles sont fréquemment isolées à la surface du sol. Le calcaire lacustre se montre avec les mêmes caractères aux environs de Blaye, au-dessus des argiles précédentes, et lorsque celles-ci manquent, il se trouve au contact même du calcaire à Orbitolites ou calcaire marin inférieur. C'est cet extrême amincissement de la mollasse dans cette partie du bassin qui a été la principale cause des discussions que nous avons rapportées. Le gypse de Sainte-Sabine, dont nous avons parlé, au sud de Beaumont (Dordogne), est subordonné à ces calcaires d'eau douce. L'épaisseur de ces diverses couches dépasse rarement 20 mètres. Comme la mollasse, elles plongent de l'E. à l'O., et augmentent de puissance en sens inverse. Le *Planorbis rotundatus*, Brong., et la *Lymnæa longiscata*, id., se trouvent également dans les calcaires et les meulières.

Les couches à *Ostrea longirostris*, Lam., qui viennent au-dessus, tantôt du calcaire lacustre, tantôt de la mollasse, ne sont pas nettement séparées du calcaire à Astéries. Elles ne présentent d'ailleurs que des lambeaux isolés (Saint-Aubin, la Gasparde, Sainte-Foy-la-Grande, Blaye). Les Huîtres forment des bancs séparés par du sable marneux ou agglutiné par un ciment calcaire, et dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 2 mètres.

Formation moyenne.

Le *calcaire à Astéries*, dont les caractères sont très variables, est d'autant plus dur et plus solide qu'on se rapproche davantage des bancs supérieurs. Il renferme beaucoup de fossiles, et particulièrement des osselets d'Astéries (*A. lævis*, Des Moul.). Il recouvre transgressivement la mollasse, le calcaire d'eau douce et les couches à *Ostrea longirostris*. Sa puissance décroît à mesure qu'on s'avance vers l'E., contrairement à la mollasse. Ainsi, près de Bordeaux, il

forme des coteaux de plus de 100 mètres d'élévation ; près de Sainte-Foix il vient se terminer sous les dépôts lacustres, et à Bergerac il n'y en a plus de trace. Ses limites superficielles sont dirigées O. 20° N. à E. 20° S., de la Roque à Villefranche ; de cette dernière ville au Fleix elles courent O. 30° N. à E. 30° S. Les fossiles les plus caractéristiques sont : *Asterias lævis*, Des Moul., *Scutella striatula*, Marc. de S., *Cassidulus nummulinus*, Des Moul., *Fibularia ovata*, Ag., *Turbo Parkinsoni*, Bast., *Pecten Billaudelli*, Des Moul., *Cardium*, voisin du *C. aviculare*, Lam., *Crania abnormis*, Brong., *Modiola lithophaga*, Lam.

Quant aux rapports de ces subdivisions du terrain tertiaire du bassin de la Gironde avec celles du bassin de la Seine, M. Delbos pense, comme on l'avait déjà établi, que le calcaire à Orbitolites du sud représente le calcaire grossier du nord. La mollasse du Fronsadais avec *Palæotherium* et Tortues, le calcaire lacustre avec gypse, et la meulière avec *Planorbis rotundatus* et *Lymnæa longiscata*, correspondraient au groupe du calcaire lacustre moyen du nord, où se trouvent les mêmes fossiles, le gypse et les meulières. Enfin le calcaire à Astéries, plus difficile à classer, peut cependant être mis en parallèle avec les marnes marines supérieures aux gypses des bords de la Seine. Il renferme, en effet, dix espèces de coquilles de ces mêmes marnes ; mais comme il y en a d'autres des faluns du sud-ouest, en assez grand nombre, et plusieurs qui sont très caractéristiques du calcaire grossier, les données paléontologiques sont encore incertaines. En admettant le parallélisme proposé, cet étage appartiendrait à la base de la formation tertiaire moyenne de cette partie de la France.

Nous avons eu l'occasion d'apprécier la justesse des aperçus de M. Delbos, et de reconnaître, en outre, en remontant la vallée de l'Isle, puis celle de la Dronne, la manière dont la mollasse recouvrait la craie jaune dans cette direction, ainsi que des plissements assez remarquables, les seuls qui, jusqu'à présent, aient été signalés dans ces couches tertiaires (1). Nulle part la série argilo-sableuse de la base de la mollasse n'est interrompue par des bancs de calcaire marin ou par des sédiments déposés sous la mer. Ainsi la superposition de ces dépôts à la craie indiquée vers l'E., autour de Beaumont, de la Linde, de Bergerac, de Mucidan, etc., se retrouve exactement à l'O., aux environs de Montguyon, de Montlieu, de

(1) D'Archiac, *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1106. 1847.

Chévenceau, de la Graulle, de Reignac et de Montendre. Plus loin encore, dans cette direction, entre la Seugne et la Gironde, on rencontre çà et là, à la surface des divers étages de la craie, des lambeaux de sable rougeâtre ou jaunâtre, avec des grès en rognons aplatis, des roches siliceuses meuliériformes en plaques, qui sont probablement des témoins de l'ancienne extension de la mollasse, et peut-être aussi du calcaire lacustre, dans cette partie occidentale du bassin. Ces couches lacustres succèdent donc transgressivement, sur tout le littoral nord, au calcaire marin inférieur de Blaye, dont le *substratum* n'est pas encore bien connu, et résulteraient d'une modification considérable survenue dans le relief de cette partie du sol.

Dans son second travail, M. Delbos (1) divise la formation tertiaire moyenne en deux parties : l'une inférieure, comprenant le calcaire à Astéries que nous venons de décrire; l'autre supérieure, qu'il sous-divise en *deux groupes :* le groupe inférieur ou deuxième groupe, qui forme deux assises distinctes, la *mollasse ossifère* et les *faluns de Léognan et de Saucats;* l'autre supérieur ou premier groupe, qui se compose aussi de plusieurs assises.

2e Groupe.

La *mollasse ossifère* est une roche sableuse, jaunâtre ou bleuâtre, assez tendre, exploitée quelquefois comme moellon. Elle est caractérisée par l'*Operculina complanata*, d'Orb. On y trouve aussi des dents et des os de poissons et de cétacés, des échinodermes (*Scutella subrotunda*, Lam., *Echinolampas Laurillardi*, Ag., *Clypeaster marginatus*, Lam.). Cette assise est particulièrement développée à Saint-Médard, Martignas, Léognan, Gradignan, etc.

Les *faluns de Léognan et de Saucats* recouvrent la mollasse précédente dans la commune même de Léognan. Ce sont des sables renfermant une prodigieuse quantité de coquilles, parmi lesquelles les fossiles précédents manquent ou sont très rares. Aux environs de Saucats, où la mollasse ossifère ne se montre pas, un sable bleuâtre renfermant tous les fossiles caractéristiques des faluns jaunes de Léognan occupe la base des couches visibles, et au-dessus est un sable fin différent du précédent, mais dont les espèces de coquilles ne présentent plus, dans leur abondance relative, les mêmes rapports que dans la couche sous-jacente ou dans le falun de Léognan. - Les espèces les plus caractéristiques des faluns de Léognan et de

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 417. 1848.

Saucats sont : *Mactra deltoides*, Lam., *Venus casinoides*, id., *Isocardia cor*, id., *Avicula phalænacea*, id., *Vaginella depressa*, Daud., *Trochus Benettiæ*, Sow., *Cancellaria acutangula*, Fauj., *Typhis tubifer*, Bast., *Murex pomum*, id., *Buccinum Veneris*, Fauj.

2e Groupe. On a déjà vu que, dans la commune de Saucats, M. Dufrénoy et, plus anciennement, M. Guilland (1), avaient décrit un calcaire lacustre recouvrant le falun jaune marin. Ce calcaire, dit M. Delbos, est surmonté à son tour par de nouvelles couches marines qui ne sont point une alternance accidentelle et locale, mais constituent un dépôt distinct et bien caractérisé. Le calcaire d'eau douce qui le supporte est criblé de trous de coquilles perforantes. La faune de ces sables coquilliers supérieurs est très différente de celle des couches inférieures. Le dépôt n'est pas exclusivement marin, et plusieurs genres propres aux eaux douces ou saumâtres s'y montrent fréquemment. Les coquilles marines sont souvent usées et roulées; les polypiers, très rares jusque là, y sont nombreux et très variés, et beaucoup de coquilles, parmi les plus abondantes, manquent dans les faluns inférieurs. Ce sont surtout celles qui caractérisent aussi le dépôt depuis longtemps connu de Mérignac, à l'ouest de Bordeaux, où des fouilles ont permis de reconnaître au-dessous des calcaires lacustres perforés semblables à ceux de Saucats. A Mauras, près de la Brède, un calcaire avec des Planorbes et des Lymnées est encore recouvert par un falun identique à celui de Mérignac. Ce dernier paraît constituer plus de la moitié des faluns du sud-ouest de la France. Outre les localités déjà citées, on le trouve dans les communes de Pessac, Martillac, Nizan, Bazas, etc., dans le département de Lot-et-Garonne, à Casteljaloux, Sos, Gabarret, et nous le suivrons tout à l'heure dans le bassin de l'Adour.

Sur 115 espèces de coquilles des faluns inférieurs et supérieurs, 48 sont communes aux deux étages, 65 sont propres aux faluns de Léognan et de Saucats, 72 à ceux de Mérignac. En outre, les espèces communes aux uns et aux autres offrent dans les deux gisements des différences qui permettent de les regarder comme des variétés. Les espèces les plus caractéristiques des faluns supérieurs ou de Mérignac sont : *Lycophris lenticularis*, Monf., *Lucina scopulorum*, Bast., *Donax elongata*, Lam., *Cyrena Brongniartii*, Bast., *Venus reticulata?* Lam., *Arca cardiiformis*, Bast., *Chama*

(1) *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. I, p. 239.

florida? Lam., *Mytilus Brardii*, Brong., *Neritina picta*, Fér., *Cerithium margaritaceum*, Bast., *Pyrula Lainei*, id.

Un autre falun, que nous retrouverons à Mont-de-Marsan, se voit dans le département de la Gironde, à Salles, sous forme de sable fin coquillier; sa position n'est pas encore bien fixée, mais M. Des Moulins avait déjà fait remarquer qu'il était caractérisé par une faune plus moderne que les précédentes, et que les espèces de la formation supérieure ou sub-apennine y étaient plus répandues. Ces données, en rapport avec la position géographique du dépôt, tendraient à le faire regarder comme plus récent aussi que ceux dont nous venons de parler. Quant au calcaire lacustre avec Paludines de Bazas, il ne serait pas non plus l'analogue de celui de Saucats, comme on l'a pensé, mais au contraire moins ancien, le falun coquillier qu'il recouvre étant parallèle à celui de Mérignac et non à celui de Saucats et Léognan.

Classification de M. Raulin.

En même temps que M. Delbos publiait sa seconde notice, M. V. Raulin réunissait, sous le titre de *Nouvel essai d'une classification du terrain tertiaire de l'Aquitaine* (1), le résultat des recherches qu'il avait entreprises depuis plusieurs années sur le même pays. Ce travail, quoique fort important, n'est encore qu'une esquisse de celui que l'auteur se propose de publier ultérieurement; aussi nous bornerons-nous à reproduire en partie l'analyse qu'il en a donnée lui-même, analyse qui permettra au lecteur de comparer cette nouvelle classification avec celle de M. Delbos et de saisir les différences assez notables qui existent entre elles (2). M. Raulin divise comme il suit le terrain tertiaire du sud-ouest :

10. Sable des Landes. — Mollasse supérieure de l'Armagnac et de l'Albigeois.
9. Calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac et de l'Albigeois.
8. Faluns de Bazas. — Mollasse inférieure de l'Armagnac et de l'Albigeois.
7. Calcaire d'eau douce gris de l'Agénais.
6. Falun de Léognan. — Mollasse moyenne de l'Agénais.

(1) *Thèses de géologie et de botanique présentées à la Faculté des sciences de Paris*, in-4. Bordeaux, 1848.

(2) M. Raulin, dans un rapport à l'Académie de Bordeaux sur le mémoire précédent de M. Delbos, annonce qu'il fera connaître ultérieurement les points sur lesquels il est en dissidence avec ce dernier géologue. (*Actes de l'Acad. de Bordeaux*. 1848.)

5. Calcaire grossier de Saint-Macaire.
4. Calcaire d'eau douce blanc du Périgord.
3. Mollasse du Fronsadais. — Sables du Périgord, calcaire de Bourg.
2. Calcaire grossier du Médoc.
1. Sables de Royan.

Nous reviendrons tout à l'heure sur les *sables de Royan* et sur le *calcaire grossier du Médoc*, qui est celui que nous avons vu désigné depuis longtemps sous le nom de calcaire grossier inférieur de Blaye ou de calcaire à *Orbitolites*. » La *mollasse du Fronsadais*, » dit M. Raulin (1), forme, au-dessus, un grand dépôt composé » d'argiles et de sables, sans fossiles marins. Elle renferme quelques » animaux vertébrés, identiques avec ceux des gypses de Paris. A la » partie inférieure sont les grès de Bergerac. Le *calcaire d'eau douce* » *de Blaye* forme autour de cette ville et sur quelques points du » Médoc une couche, séparée du calcaire grossier par des argiles » vertes ; celui qui se trouve sur les bords de l'Isle, à Bonsac, près » de Libourne, doit sans doute lui être rapporté. C'est dans les parties moyennes de la mollasse que se trouve le dépôt gypseux de Sainte-Sabine. Sur la rive gauche de la Garonne, cette assise ne se » rencontre que dans le fond des vallées, de Nérac à Castelsarrazin. » —Au nord d'une ligne allant de Blaye à Bergerac et à Caussade, cette » assise passe latéralement aux *sables du Périgord*, qui sont gros- » siers, rouges, alternent avec des argiles de même couleur, et ren- » ferment les minerais de fer des bords de la Lémance, et sans doute » aussi ceux d'Angoulême et de Ruffec.—Au sud d'une ligne tirée » de Blaye à Libourne, la mollasse prend d'abord des fossiles marins, » et bientôt après, sur les bords de la Dordogne, elle admet dans » son intérieur les grands dépôts lenticulaires du *calcaire grossier de* » *Bourg*, qui se montre aussi autour de Bordeaux. Les osselets d'*As-* » *téries* sont fréquents dans ces calcaires.

» Le *calcaire d'eau douce blanc du Périgord* repose sur ces mol- » lasses depuis les environs de Libourne jusqu'à Cahors. Il existe » aussi dans les coteaux qui bordent la vallée de la Garonne, mais » il disparaît assez vite sous les dépôts supérieurs lorsqu'on remonte » les vallées de la rive gauche, entre Nérac et Castelsarrazin. Dans » plusieurs localités, il renferme des rognons de silex qui donnent

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 439. 1848.

» des meulières aux environs de Bergerac et d'Eymet. Les fossiles,
» assez rares, sont rapportés aux *Lymnæa longiscata* et *Planorbis*
» *rotundatus*.

» Le *calcaire grossier de Saint-Macaire* repose indifféremment,
» soit sur la mollasse du Fronsadais, soit sur le calcaire de Bourg,
» dont il est difficile de le séparer, soit enfin sur le calcaire d'eau
» douce du Périgord. Il renferme sur beaucoup de points des no-
» dules de calcaire concrétionné. Il est caractérisé par les *Turbo*
» *Parkinsoni*, *Delphinula scobina*, etc. A sa base on trouve par
» places des argiles renfermant en abondance l'*Ostrea crassissima*.
» Cette assise, qui passe à une mollasse sur ses bords, est circon-
» scrite par une ligne allant de Saint-André-de-Cubzac à Sainte-Foy
» et Sainte-Bazeille; au sud de la Garonne, elle disparaît vite sous
» les dépôts récents des Landes.

» Le *falun de Léognan*, près de Bordeaux, repose sur le calcaire
» grossier de Saint-Macaire, ou bien sur le calcaire d'eau douce du
» Périgord, lorsque le premier n'est pas développé. A l'E., s'y rat-
» tachent les *mollasses coquillières* de la Réole, de Marmande, de
» Casteljaloux et de Sos.—Au delà d'une ligne passant par ces villes,
» cette assise ne renferme plus de fossiles marins; elle est remplacée
» par la *mollasse moyenne de l'Agénais*, formée d'alternances sa-
» bleuses et argileuses, qui se distinguent difficilement de la mollasse
» du Fronsadais lorsque le calcaire d'eau douce du Périgord manque.
» Cette mollasse se poursuit jusque dans les environs de Cahors, où
» elle est représentée par des argiles vertes. — Dans la partie infé-
» rieure de ce système on trouve par places une couche de calcaire
» d'eau douce, dans la mollasse d'eau douce, comme aux environs
» de Bergerac et de Nérac. Le gypse en rognons cristallins qui a été
» exploité aux environs de la Plume et de Mézin appartient à cette
» assise.

» Le *calcaire d'eau douce gris de l'Agénais* forme ensuite un
» des meilleurs horizons géognostiques de l'Aquitaine: il se pré-
» sente avec un *facies* identique dans les départements de la Gi-
» ronde, de Lot-et-Garonne, du Gers et de Tarn-et-Garonne; c'est
» le calcaire cellulaire, à parties concrétionnées, de Saucats, Sainte-
» Croix-du-Mont (inférieur), la Réole, Agen, Gazaupouy, Lavit-
» de-Lomagne, etc. Il renferme en immense quantité des Lymnées,
» des Planorbes et aussi des Hélices. Entre Agen et Cahors, le *facies*
» change pourtant; il devient blanc, plus compacte, et les fossiles y
» sont rares. A Castelnau-de-Grattecambe on y exploite des meulières.

» C'est sans doute à cette assise que se rapportent les argiles à ro-
» gnons de calcaire d'eau douce de Plaisance dans la plaine de l'Adour.

» Le *falun de Bazas*, qui repose sur le calcaire gris à Saucats,
» est bien distinct de celui de Léognan. La partie inférieure, formée
» par des argiles grises et vertes, présente à sa base un lit d'Huîtres
» assez constant, à la Réole, Aiguillon, Nérac, Sos, etc. La partie su-
» périeure présente des sables jaunes renfermant des grès calcaires et
» des calcaires grossiers, comme aux environs de Bazas, de Sos, etc.,
» ainsi qu'aux environs de Plaisance, dans la plaine de l'Adour. C'est
» dans les parties tout à fait supérieures que se trouvent les couches
» à *Ostrea undata*, de Sainte-Croix-du-Mont, Villandraut, et les
» conglomérats à Huîtres de Manciet et d'Eauze (Gers). C'est sans
» doute à ce système que se rapportent le *calcaire grossier* de Saint-
» Justin et les grès calcaires de Mont-de-Marsan.—A l'est d'Agen et
» de Condom, le falun de Bazas est uniquement formé d'alternances
» argileuses et sableuses d'eau douce sans fossiles; il se montre à cet
» état sur quelques points au nord d'Agen, mais il acquiert une im-
» portance très grande au sud de la Garonne et de l'Aveyron ; c'est
» la *mollasse inférieure de l'Armagnac et de l'Albigeois*, ainsi que
» celle de Castelnaudary. Ces mollasses ressemblent beaucoup à celles
» de l'Agénais et du Fronsadais, et, comme cette dernière au voisi-
» nage des montagnes du plateau central, elles passent à des sables
» grossiers rouges ayant la plus grande analogie avec ceux du Péri-
» gord. A Graulhet, il y a un lit de calcaire d'eau douce dans les par-
» ties inférieures. A Mansonville, près d'Auvillars, on y exploite
» du gypse; celui de Réaup, près de Sos, appartient sans doute à
» cette assise.

» Le *calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac et de l'Albigeois*
» forme un nouvel étage qu'on voit reposer sur le falun à Bazas,
» à Sainte-Croix-du-Mont (supérieur), à Sos. Dans les environs
» d'Auch, où il repose sur la mollasse, il acquiert plus de dévelop-
» pement et renferme le célèbre gîte ossifère de Sansan. Il est ca-
» ractérisé par la présence de nombreux *Helix*. Dans les environs
» de Toulouse il manque; mais il est très développé aux environs
» d'Albi; il se retrouve à Sorèze, et il faut sans doute lui rapporter
» les calcaires à concrétions de Castres et ceux de Castelnaudary
» qui renferment les fossiles décrits par M. Marcel de Serres.

» Les *sables des Landes* terminent la série des terrains tertiaires
» de l'Aquitaine; ces sables, qui présentent, sur plusieurs points,
» des grès ferrugineux désignés sous le nom d'*alios*, renferment,

» près de Villandraut, des grès blancs qui, sous le nom de *grès de*
» *Barsac*, ont été employés au pavage dans la Gironde, conjointe-
» ment avec ceux de Bergerac.—A l'est de la Gelize, cette assise est
» remplacée par la *mollasse supérieure de l'Armagnac et de l'Al-*
» *bigeois*, formée par des sables et des argiles jaunes ou verdâtres
» caractérisées par la présence de nodules calcaires renfermant les
» fossiles décrits par M. Noulet. Les grès ossifères de Sansan en con-
» stituent la couche la plus inférieure. Sur plusieurs points il y a des
» couches de cailloux et de poudingues. Lorsque le calcaire d'eau
» douce de l'Armagnac vient à manquer, cette mollasse se confond
» avec la mollasse inférieure. Dans les environs d'Auch, au nord
» d'Albi, à Avignonet, elle renferme des couches calcaires qui se
» séparent bien difficilement de celui de l'Armagnac dont elles ont
» tous les caractères.

» Les *dépôts caillouteux de l'Entre-deux-Mers*, à l'est de Bor-
» deaux, ont été rapportés aux sables des Landes, mais nous sommes
» plus disposé à les considérer comme la partie la plus ancienne du
» diluvium. »

Passant ensuite au mode de formation du bassin, M. Raulin regarde l'Aquitaine comme constituée dans ses parties orientale et nord-est par des dépôts exclusivement d'eau douce; plusieurs d'entre eux se transforment dans la bande moyenne en dépôts marins, et ceux-ci finissent par rester seuls au sud-ouest, dans le bassin de l'Adour. Cette disposition que l'auteur regarde comme incontestable lui fait admettre pour cette région les idées de M. C. Prévost que nous avons rappelées précédemment.

« Dans cet estuaire, poursuit-il, les dépôts marins, pendant la
» succession des temps, gagnaient continuellement en étendue, et les
» formations exclusivement d'eau douce étaient refoulées de plus en
» plus à l'E., vers le fond du bassin. C'est là un fait facile à constater en
» remontant la Gironde et la Garonne; en effet, tandis que les sables
» de Royan sont limités à l'embouchure de la Gironde, et que le
» calcaire grossier du Médoc ne dépasse guère Blaye, le calcaire de
» Bourg s'avance au delà de Bordeaux, le calcaire de Saint-Macaire
» au delà de La Réole, et le falun de Léognan jusqu'à Marmande;
» le falun de Bazas enfin atteint Agen. Une seule exception, en ap-
» parence au moins, est fournie par le dernier dépôt, le sable des
» Landes, sur le mode de formation duquel on n'a pas de données
» positives, puisqu'on n'y a pas encore rencontré de fossiles.

» Un autre fait s'accomplissait en même temps dans cet estuaire;

» les nappes d'eau successives se déplaçaient graduellement du
» N.-N.-E. au S.-S.-O. et s'éloignaient du plateau central. En effet,
» tandis que les sables du Périgord étaient venus atteindre le pied
» des montagnes, le calcaire du Périgord, la mollasse et le calcaire
» gris de l'Agénais ne s'avançaient plus qu'à moitié de la distance
» qui sépare le plateau central de l'emplacement actuel de la vallée
» de la Garonne, de Montauban à son embouchure; et c'est à peine
» si plus tard les trois derniers dépôts dépassèrent cette même vallée
» sur quelques points. »

Nous ne discuterons point la manière de voir de M. Raulin, puisqu'il n'a pas encore publié toutes les pièces à l'appui, c'est-à-dire une carte géologique, et surtout des coupes proportionnelles très détaillées et très rapprochées pour faire voir la transformation ou le passage d'une espèce de dépôt à une autre, ou bien leur juxtaposition bout à bout. Nous renverrons seulement à ce que nous avons dit à propos de l'opinion et des coupes de M. C. Prévost pour le bassin de la Seine (*antè*, p. 644) et de celles de M. Drouot pour celui de la Garonne (*antè*, p. 691). Enfin l'auteur termine par un classement de ces mêmes couches tertiaires relativement aux derniers soulèvements qui se sont manifestés dans l'ouest de l'Europe. Le *système des Alpes principales* reste, comme M. Élie de Beaumont l'a placé, entre le terrain quaternaire et la période tertiaire supérieure; le *système des Alpes occidentales* reste aussi entre cette période et la suivante, ou période moyenne qui est à son tour divisée en deux par le *soulèvement des collines du Sancerrois* (*antè*, p. 550). Le *système des Pyrénées*, au lieu de séparer la formation crétacée du terrain tertiaire, est remonté entre les formations tertiaires moyenne et inférieure, et le *système du Mont-Viso* sépare alors le terrain tertiaire inférieur de la craie. Dans une notice précédente, M. Raulin (1) avait énoncé les motifs qui lui faisaient regarder le *système de la Corse* comme n'ayant point pour le terrain tertiaire l'importance qu'on lui a attribuée.

Observations diverses.

Malgré cette multitude de travaux, dont les bassins inférieurs de la Dordogne et de la Garonne ont été l'objet, quelques questions importantes restent encore à résoudre. Ainsi nous ne connaissons pas le *substratum* du calcaire grossier de Blaye, qui plonge au S., au S.-E. et au S.-O., bien au-dessous du fond des vallées. Au N. la

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 128. 1848.

superposition est masquée par des marais, et au N.-E. par la mollasse qui, comme on l'a vu, se prolonge très loin dans cette direction. Sur la rive gauche de la Gironde, un puits artésien foré à Béchevelle, et poussé jusqu'à 97 mètres de profondeur, a traversé d'abord des calcaires semblables à ceux de Blaye, puis des marnes plus ou moins argileuses et des calcaires marins alternant jusqu'au fond, mais sans caractères assez précis, dit M. de Collegno (1), pour que l'on puisse affirmer si la sonde a pénétré dans la craie et jusqu'à quelle profondeur. Le forage entrepris sur la place Dauphine à Bordeaux, et poussé jusqu'à 200^{m},63 (2), n'a pas fourni de renseignements plus précis; car depuis l'orifice situé à 16 mètres au-dessus de l'étiage de la Garonne on n'a traversé que des couches où l'argile, le sable et le calcaire se mêlent dans les proportions les plus variées, et rien n'indique qu'on ait atteint la craie. Quant au résultat négatif obtenu relativement aux eaux jaillissantes, il est dû sans doute, comme le fait remarquer M. de Collegno (3), au plongement général de toutes les assises tertiaires au S.-E.

Un dépôt cependant signalé pour la première fois par M. Alc. d'Orbigny (4), et que nous avons eu aussi occasion de décrire (5), pouvait jeter quelque jour sur ce sujet : c'est un lambeau tertiaire, de quelques centaines de mètres d'étendue seulement, situé sur la côte à l'embouchure de la Gironde, près du village de Saint-Palais, au nord de Royan et à 16 lieues au N.-O. de Blaye. Il est composé de marnes sableuses grises et de grès calcarifère reposant directement sur la craie jaune. Par ses fossiles assez nombreux, comme par sa position, nous l'avons rapporté à l'horizon du calcaire de Blaye qui existe sur la côte opposée, mais à 10 lieues au S., à Lesparre et à Saint-Estephe, tandis que M. d'Orbigny et plus tard

---

(1) *Essai d'une classification du terrain tertiaire du département de la Gironde*, p. 11. 1843. — *Mémoire sur la circulation des eaux souterraines dans le sud-ouest de la France*. (*Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 473. 1842.)

(2) *Rapport présenté par la commission*, etc. (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XI, p 456. 1840.) — M. de Collegno n'indique que 181^{m},80 de profondeur. (*Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 499. 1842.)

(3) *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 480. 1842.

(4) *Bull.*, vol. XIV, p. 487. 1843

(5) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 145 et pl. III, fig. II. 1846.

M. Delbos (1) l'ont considéré comme pouvant appartenir au groupe nummulitique de Biaritz. M. V. Raulin (2) le place également au-dessous du calcaire de Blaye et à la partie la plus inférieure du terrain tertiaire du bassin de la Gironde, ce dont il est permis de douter d'après ce que nous venons de dire de la puissance et de la nature des couches traversées dans les forages de Bordeaux et de Béchevelle. C'est dans ces dernières que doivent probablement être cherchés les représentants du groupe nummulitique du bassin de l'Adour. Le sondage de Peujard, sur la rive droite de la Dordogne, après avoir traversé la mollasse et le calcaire à Orbitolites a atteint, à 115 mètres au-dessous de la rivière, des sables qui correspondent à ceux de Saint-Palais.

Paléontologie. Nous ne ferons que mentionner ici une notice de M. Chaubard (3) sur des ossements de mammifères recueillis dans des couches tertiaires aux environs de Moissac, couches que l'auteur rapporte à la formation oolithique, et une autre de M. Lagrèze Fossat *sur l'origine du gypse dans le terrain supracrétacé du bassin du sud-ouest de la France* (4). Puis nous signalerons les publications relatives aux fossiles du bassin de la Garonne.

Dans la commune d'Aillas, à l'est de Bazas, des ossements de Rhinocéros, de Cerf, d'*Anoplotherium* et de *Trionyx* ont été trouvés dans un sable recouvert de calcaire marin et de couches sablonneuses d'une assez grande épaisseur. M. Billaudel (5) compare ce gisement à celui de la Grave, mais il est sans doute beaucoup plus récent. M. Pedroni (6) a décrit des débris de cétacés, de Tortues et de Cerfs provenant des faluns coquilliers de Léognan, puis il a donné une note sur les restes de poissons fossiles du département de la Gironde, note dans laquelle il signale 23 espèces, dont deux nouvelles. Ces 23 espèces appartiennent à 9 genres différents (7).

M. Grateloup (8), qui a rendu tant de services à la paléontologie du

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1013. 1847.
(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 122, 1848. — *Ibid.*, p. 439. — *Thèse de géologie et de botanique*, p. 21. 1848.
(3) *Bull.*, vol. VII, p. 267. 1846.
(4) In-8. Montauban, 1843.
(5) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VII. 1835.
(6) *Ibid.*, vol. XIII, p. 149. 1843. — L'*Institut*, 15 mai 1844.
(7) *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 594. 1844.
(8) *Description d'un fragment de mâchoire fossile.* (*Actes de l'Académie de Bordeaux*. 2ᵉ année, p. 201. 1840.)

terrain tertiaire du sud-ouest, a fait connaître un fragment de mâchoire découvert dans le grès coquillier de Léognan. Le savant naturaliste, pensant que ce fragment avait appartenu à un reptile saurien d'une très grande taille, avait proposé de donner à l'animal le nom de *Squalodon*; mais M. H. de Meyer (1) le regarde comme provenant d'un cétacé herbivore dont quelques débris auraient été déjà figurés par Scilla (2). On trouve encore rassemblés dans les *Considérations générales sur la géologie et la zoologie fossile de la commune de Léognan* (3) beaucoup de faits intéressants sur cette localité, l'une des plus riches en coquilles de l'étage des faluns inférieurs. M. Ch. Des Moulins a publié un *Catalogue descriptif des stellerides vivants et fossiles observés dans le département de la Gironde* (4) et une *Révision de quelques espèces de Pleurotomes* (5). Le même savant, dans ses *Études sur les échinides* (6), travail si remarquable à tous égards, et MM. Agassiz et Desor, dans leur *Catalogue raisonné de la classe des échinodermes* (7), ont mentionné une assez grande quantité d'espèces appartenant à cette famille et plus ou moins répandues dans les formations tertiaires du même pays.

Le *Catalogue zoologique renfermant les débris fossiles des animaux vertébrés et invertébrés du bassin de la Gironde* (8), que l'on doit encore à M. Grateloup, a permis d'apprécier d'une manière très satisfaisante l'état de cette partie de la science. Nous regrettons de ne pouvoir indiquer ici l'étendue des recherches auxquelles l'auteur s'est livré pour exécuter ce travail où nous puiserons les données suivantes. Parmi les mammifères, deux espèces de Mastodontes ont été trouvées dans des sables dont l'âge n'était pas bien déterminé, non plus que le gisement de trois espèces d'Hippopotame. Les *Palæotherium magnum*, *minus* et *crassum* appartiennent à la mollasse du Fronsadais. Cinq espèces de cétacés répartis dans cinq genres sont des faluns de Léognan, où des ossements d'oiseaux

(1) *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 99 et 242.
(2) *De corporibus mar. lapid.*, p. 23, pl. XII, fig. I. 1759.
(3) Discours prononcé à l'occasion de la fête Linnéenne, le 25 juin 1840.
(4) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. V. 1832.
(5) *Ibid.*, vol. XII. 1842. — *Bull.*, vol. XIV, p. 10. 1842.
(6) *Ibid.*, vol. VII, p. 167 et 315. — *Ibid.*, vol. IX, p. 45.
(7) *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., vol. VI, VII et VIII. 1847.
(8) In-8. Bordeaux, 1838. — *Actes de l'Acad. de Bordeaux*, 2e année, 1840, p. 211, 431 et 693.

ont été aussi recueillis (1). Des *Emys* et des *Trionyx* étaient associés à un Crocodile dans la mollasse du Fronsadais, comme le Gavial et le Squalodon à Léognan. Les poissons des genres Squales, *Carcharias* et Raie, sont fréquents dans la plupart des gisements coquilliers de faluns. Le tableau très détaillé des espèces d'animaux invertébrés montre également avec quel soin l'auteur a coordonné tous les éléments dont il pouvait disposer. On y voit que, sur 8 espèces du calcaire lacustre supérieur, 6 auraient encore leurs analogues vivantes; que, sur 740 des faluns de la formation moyenne, il y en aurait 292 ou 39 1/2 pour cent, et que sur les 112 du calcaire grossier inférieur ou de Blaye, il y en aurait 11 ou 12 pour cent; 36 espèces sont communes aux formations moyenne et inférieure, et le total des espèces connues est de 860, chiffre qui montre avec quelle activité cette branche de la paléontologie a été cultivée depuis que M. de Basterot a publié sa *Description géologique du bassin tertiaire du sud-ouest de la France* (2), dans laquelle 350 espèces seulement avaient été décrites ou mentionnées.

M. Lefebvre (3) a observé dans le calcaire à Astéries des carrières de Bourg, situées entre Blaye et Cubzac, des tiges d'arbres verticales de 13 mètres de hauteur sur $0^m,50$ de diamètre. Ces tiges traversaient les diverses assises de pierres; l'écorce était remplacée par une substance noire, charbonneuse et bitumineuse, et l'intérieur était à l'état d'argile.

§ 3. Bassin de l'Adour.

Quoique le bassin de l'Adour qui longe le pied des Basses-Pyrénées représente le bord méridional du golfe dont nous venons d'étudier le rivage septentrional, lorsque l'on compare les couches de ces plages opposées d'une même surface, en grande partie recouverte aujourd'hui par les sables des Landes, on y trouve des différences telles, qu'elles n'ont permis que tout récemment d'apercevoir l'espèce de parallélisme qui pouvait exister de part et d'autre, au moins pour la formation tertiaire moyenne. Quant

(1) M. Pomel a donné une note sur un nouveau pachyderme du bassin de la Gironde (*Elotherium magnum*), mais dont le gisement n'est pas bien connu. (*Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1083. 1847).

(2) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, vol. II, p. 1, avec 7 planches. 1825.

(3) *Bull.*, vol. VI, p. 238. 1835. — L'*Institut*, 24 février 1836.

à la formation inférieure, le calcaire grossier ou à Orbitolites de Blaye n'a point d'analogue au sud, et les couches du groupe nummulitique du sud n'affleurent point au nord, du moins avec leurs caractères essentiels. Nous éviterons de nous servir de l'expression de *calcaire grossier*, employée par plusieurs des géologues qui se sont occupés du bassin de l'Adour, parce que le calcaire marin, désigné ainsi pendant longtemps, n'est pas l'équivalent de ceux de Blaye et du bassin de la Seine.

Sur la rive droite de l'Adour, dit M. Lefebvre (1), on n'aperçoit plus, à l'exception d'une petite bande crétacée, que du calcaire marin tertiaire avec ses marnes, ses sables et son grès quartzeux gris, en couches horizontales, plus ou moins masquées par le sable des landes. Les bancs inférieurs renferment du minerai de fer oxydé-hydraté, coquillier, que l'on exploite à Castets, Ardy et Abesse. Le calcaire de Mont-de-Marsan présente des puits naturels, irréguliers, tortueux, dont les parois portent des traces de frottement. Dans la commune de Losse, le lignite en lits minces alterne avec des argiles sableuses coquillières. Le minerai de fer des Landes est en grains irréguliers placés à quelques décimètres seulement au-dessous de la surface du sol, ou bien en petites masses informes ou aplaties, disséminées dans le sable. M. S. P. Pratt (2) a remarqué que, dans plusieurs des exploitations des environs de Bastennes, les sables imprégnés de bitume et avec lesquels alterne le bitume lui-même sont remplis de coquilles de la période tertiaire moyenne. L'apparition de cette substance minérale semble devoir être rapportée à la sortie des ophites (diorites).

Parmi les dépôts tertiaires regardés comme plus récents que le calcaire marin dont nous venons de parler, M. Grateloup (3) distingue, aux environs de Dax, les *faluns jaunes* et les *faluns bleus*. Les premiers, situés pour la plupart sur la rive droite de l'Adour, sont les plus récents; les seconds appartiennent à la rive gauche, et se trouvent à quatre lieues au sud-est de la ville. Ils occupent un niveau plus élevé que les précédents et

---

(1) *Notice géologique sur le département des Landes*. (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. IX, p. 245. 1836.)

(2) *Quart. journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 80. 1846. — Voyez aussi pour une analyse de ce bitume : *Ann. des mines*. 3e sér., vol. XIII, p. 611.

(3) *Mém. de géo-zoologie sur les oursins fossiles*. (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VIII, 2 pl. 1836.)

renferment, outre une grande quantité de coquilles, beaucoup d'ossements de cétacés, qui manquent dans les faluns jaunes, où les fossiles sont encore plus abondants, les genres plus variés et les espèces plus voisines de celles qui vivent dans les mers actuelles. L'auteur signale ensuite des grès blancs quartzeux auxquels il attribue une origine lacustre, et que l'on voit particulièrement sur la rive gauche de l'Adour. Des coquilles fluviatiles et terrestres se trouvent dans le falun jaune, surtout à la partie supérieure, et le dépôt coquillier le plus riche de ce dernier étage est à l'extrémité de la commune de Saint-Paul, à une demi-lieue au nord de Dax, au moulin de Cabanne et à Mandillot, où une couche exclusivement d'eau douce surmonte les faluns coquilliers marins (1).

M. Delbos, qui s'occupe avec autant de zèle que de sagacité à combler les lacunes que nous avons dit exister encore dans la connaissance du terrain tertiaire du sud-ouest, a donné récemment sur les terrains du bassin de l'Adour un premier aperçu (2), qu'il a fait suivre d'une *Notice sur les faluns du sud-ouest de la France* (3). Nous avons déjà parlé de cette dernière, dans laquelle il s'est attaché à coordonner les diverses assises de la formation moyenne des bassins de la Garonne et de l'Adour. Mais ces deux publications, quoique traitant du même sujet, et à peu près au même point de vue, ne s'accordent pas tout à fait dans les détails, et comme l'auteur ne les a pas rattachées l'une à l'autre, nous essaierons de les combiner dans ce qu'elles ont de plus important. Les roches tertiaires sédimentaires du bassin de l'Adour, postérieures au groupe nummulitique, peuvent être classées comme il suit :

Formation supérieure		Sable des Landes.
Formation moyenne	supérieure.	Calcaire à *Cardita Jouanneti*. Faluns jaunes. Marnes sableuses à échinodermes.
	inférieure .	Calcaire coquillier et Faluns bleus à *Natica maxima*.
Formation inférieure?		Grès. Lignite.

(1) *Considérations géologiques sur les environs de Dax; mémoire sur les coquilles fossiles des mollusques terrestres et fluviatiles du bassin de l'Adour; dépôt marin fossilifère de Mandillot à Saint-Paul* (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. X, p. 92. 1838.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 712. 1847.

(3) *Ibid.*, vol. V, p. 117. 1848.

Les *grès* sont ceux dont nous avons déjà parlé, mais dont la position géologique n'est pas bien déterminée. Les *lignites* de la commune de Saint-Lon ont pris, sous l'influence des ophites (diorites), tous les caractères minéralogiques de la houille. Sur une profondeur de 40 mètres, on a rencontré quatre couches, dont une a jusqu'à 3 mètres d'épaisseur. Elles sont disloquées par de nombreuses failles et séparées par des assises de grès à grain fin et de marnes sulfureuses. Les fossiles trouvés dans ces dernières sont un *Mytilus* (*M. acutirostris*, Gold.), une Anomie et un *Cardium* très voisin du *C. hillanum*, Sow. Cet ensemble de couches, qui correspondrait aux mollasses et aux calcaires d'eau douce avec meulière du bassin de la Gironde, a été recouvert par des assises marines parallèles aussi sur l'un et l'autre rivage.

Les dépôts rapportés à la base de la formation moyenne varient beaucoup dans leurs caractères minéralogiques, et comme il est difficile d'établir rigoureusement leur position relative, M. Delbos les décrit suivant qu'ils se présentent sous la forme de faluns meubles coquilliers, ou sous celle de calcaires solides.

Les *faluns bleus à Natica maxima*, sont principalement développés dans la commune de Gaas, près des métairies du Tartas et du Larrat, où ils constituent un sable fin, plus ou moins calcarifère ou argileux et d'une teinte bleuâtre ou bleu foncé. Les fossiles y sont parfaitement conservés, et les plus caractéristiques sont : *Natica maxima*, Grat., *N. crassatina*, Desh., *N. ponderosa*, id., *Trochus labarum*, Bast., *T. Boscianus*, Al. Brong., *Turbo Parkinsoni*, Bast., *Cerithium gibberosum*, Grat., *C. lemniscatum*, Al. Brong. Sur la route de Dax à Peyrehorade, ces marnes recouvrent, sans intermédiaire, le groupe nummulitique. Elles se montrent encore dans la commune de Cazordite et au nord de ce village, jusqu'à la vallée de l'Adour, puis à Abesse, Veille, etc. La localité de Lesbarritz, où le sable calcaire renferme de nombreux polypiers branchus, quoique offrant plusieurs espèces communes avec celles du Tartas et du Larrat, dont elle est peu éloignée, s'en distingue cependant par la présence d'un plus grand nombre encore d'espèces qui lui sont propres, circonstance qui ne permet guère d'admettre le parallélisme proposé d'abord entre cette assise et le calcaire grossier proprement dit.

Les *calcaires coquilliers*, bien que rapportés souvent à la formation inférieure, doivent néanmoins, par leurs fossiles, être placés sur l'horizon des faluns bleus. Ainsi, à la carrière de Garans, non

loin du Tartas, la roche calcaire grise et solide renferme les moules et les empreintes des coquilles précédentes. A Lesperon, entre Dax et Tercis, les calcaires bleuâtres, blanchâtres ou jaunâtres, en bancs inclinés, mais dans une direction différente des couches crétacées, comme nous l'avions fait voir (1), présentent des fossiles analogues à ceux de Gaas, de Lesbarritz, etc. Ils existent également dans les communes de Lourquen et de la Hosse, puis au Tuc-du-Saumon, près de Louer, avec de petites Nummulites et des masses énormes de polypiers. Pour l'auteur, ces calcaires coquilliers et les faluns bleus représentent le calcaire à Astéries et les couches meubles du même étage dans le bassin inférieur de la Garonne, contemporanéité principalement établie d'après l'identité des fossiles les plus répandus. Peut-être la présence des Nummulites pourrait-elle faire naître quelques doutes sur plusieurs de ces rapprochements.

On a vu que, dans le bassin de la Garonne, la partie supérieure de la formation tertiaire moyenne se divisait en deux groupes; dans celui de l'Adour la *mollasse ossifère* de Léognan, etc., ou assise inférieure du premier de ces groupes, est représentée par des *marnes sableuses* avec gravier et une grande quantité d'échinodermes, de dents et d'ossements de poissons et de cétacés. Les échinodermes sont particulièrement le *Clypeaster marginatus*, Lam., l'*Echinolampas Kleinii*, Des Moul., l'*E. semiglobus*, id., et le *Conoclypus Bordæ*, Ag. On trouve ces marnes exploitées à Narrosse, Sort, Garrey, Saugnac, Mimbaste, Cambran, Clermont, Ozourt, Castetnau, Poyartin et Montfort. L'assise des *faluns de Léognan et de Saucats* aurait aussi son analogue dans les gisements de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsaq.

Le groupe supérieur qui comprend les faluns de Mérignac est représenté au nord-est de Mont-de-Marsan par le gisement coquillier de Saint-Avit, et aux environs de Dax par les *faluns jaunes* si connus de Cabannes, de Mandillot, etc. (commune de Saint-Paul), dont on trouve un lambeau près de Saint-Sever (Meignos). Les fossiles qui se trouvent à la fois au N. et au S. sont particulièrement, *Lucina scopulorum*, Al. Brong., *Cytherea undata*, Bast., *Chama florida*, Lam., *Mytilus antiquorum*, Sow., *Melanopsis Dufourii*, Fér., *Neritina picta*, id., *Cerithium plicatum*, Al. Brong., *Pyrula Lainei*, Bast.

(1) D'Archiac, *Mém. sur la formation crétacée du sud-ouest.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 167. 1837.)

Les calcaires caractérisés à Mont-de-Marsan par la *Cardita Jouanneti*, Bast., forment une assise assez puissante dans la portion centrale de la plaine des Landes et au sommet de quelques coteaux élevés de la Chalosse. Ses caractères sont assez variables, et l'on a dit qu'elle était probablement représentée dans le département de la Gironde par les sables coquilliers de Salles. Dans les Landes, c'est un calcaire sableux jaune avec de nombreux moules de coquilles. Il est exploité à Roquefort et à Mont-de-Marsan, et forme des bancs épais vers le haut du coteau de Saint-Sever. A Bastennes et à Gaujac, la roche est meuble et imprégnée de bitume. A Salles-Pisse et jusque près d'Orthez, elle est représentée par un sable bleu très coquillier. Le manque de superposition directe n'a point permis à M. Delbos de se prononcer définitivement sur la position de cette assise, mais les données zoologiques émises précédemment sur les coquilles de Salles, et le fait qu'à Saint-Sever le gisement coquillier de Meignos est de beaucoup inférieur aux bancs à *Cardita Jouanneti* qui la représentent, tendraient à établir sa postériorité à l'horizon des faluns de Mérignac dans le bassin de la Gironde, comme à celui des faluns jaunes dans le bassin de l'Adour.

Les *sables des Landes* recouvrent tout le Marensin, pays situé sur la rive droite de l'Adour, et couronnent les coteaux de la Chalosse, sur sa rive gauche, où ils renferment des lits de cailloux roulés, d'autant plus volumineux et plus abondants que l'on se rapproche davantage de la chaîne des Pyrénées. Quoique les couches plus récentes que les faluns bleus n'aient pas été dérangées bien évidemment par l'apparition des ophites (diorites), l'examen des exploitations de bitume semble prouver qu'une partie au moins de ces roches ignées a surgi après le dépôt des sables des Landes.

Paléontologie.

Des ossements de Mastodonte, de Rhinocéros et de *Dinotherium* ont été découverts et signalés par M. Mermet (1) à Moncaup (Basses-Pyrénées), mais les détails donnés sur leur gisement sont peu propres à en faire connaître l'âge. Outre les ouvrages que nous avons déjà cités, M. Grateloup a publié un *Tableau des coquilles fossiles du terrain tertiaire des environs de Dax* (2), puis

(1) *Compt. rend.*, vol. XIII, p. 306. 1841. — *Bull. de la Société des sciences*, etc., de Pau. Juillet 1841.

(2) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VI. p. 188 et 270. 1834. — *Ibid.*, vol. VII, p. 101. — *Ibid.*, vol. VIII, p. 247. — *Ibid.*, vol. IX, p. 365. 1839.

[illegible] *Monographie des coquilles* [illegible] [illegible] [illegible] *coquilles fossiles* [illegible] [illegible] les fossiles des diverses couches [illegible] [illegible] de l'auteur sont intéressantes [illegible] [illegible] sur les points les plus importants. [illegible] 130 espèces réparties dans 21 genres [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] terrestres. [illegible] de l'Océan d'Europe, 2[illegible] des côtes de Gascogne. [illegible] et de l'Adriatique et 152 des mers équatu[illegible] [illegible] connues seulement à l'état fossile. [illegible] se trouvent [illegible] de la Garonne, 240 dans les marnes sub-apennines et [illegible] aux environs de Paris, 136 dans les faluns de la vallée [illegible] propres aux environs de Dax. Les can[illegible] de cette manière de considérer les espèces ne [illegible] bien connaître les rapports réels des divers étages ter[illegible] des bords de l'Adour avec ceux des autres parties de l'Eu[illegible] [illegible] point que lorsque M. Grateloup aura ter[illegible] son grand ouvrage sur la *Conchyliologie fossile du terrain* [illegible] (3), dont le premier fascicule a paru [illegible] possède tous les éléments nécessaires à une [illegible] plus précise de ces mêmes rapports.

[illegible] de la Garonne.

[illegible] golfe dont nous nous occupons, [illegible] plusieurs fois avec les dépôts la[illegible] [illegible] en remontant au S.-E. [illegible] ou méridional ne [illegible] bien suivies sur [illegible] surtout pendant la [illegible] d'animaux [illegible] avançant vers l'E., [illegible] on ne trouve [illegible] entre Cahors.

Castres, Pamiers et Tarbes, qu'un grand développement de marnes sableuses, d'argiles et de calcaires déposés dans des eaux douces (1). Ces couches ont été rapportées, comme on l'a dit, par M. Dufrénoy à la formation tertiaire moyenne par suite de considérations stratigraphiques générales, et les recherches paléontologiques si fructueuses qui ont été faites depuis sur beaucoup de points semblent confirmer ces premiers aperçus. Nous avons déjà indiqué aussi (*antè*, p. 696) les principaux résultats des études de M. Raulin, qui a proposé d'établir plusieurs subdivisions dans cette série de dépôts, et nous n'y reviendrons pas; mais nous ferons remarquer que, suivant toute probabilité, pendant les périodes tertiaires inférieure et moyenne, il n'y avait point, comme on l'a cru pendant longtemps, de communication directe entre les eaux de l'Océan et celles de la Méditerranée, dans l'espace compris entre l'extrémité nord, les Corbières et la pointe méridionale de la montagne Noire (2).

M. Ed. Lartet, par une lettre adressée à Geoffroy Saint-Hilaire au mois d'avril 1834 (3), annonça la découverte de débris de mammifères fossiles dans des calcaires lacustres des environs de Simore, et d'une autre localité située à 4 lieues d'Auch (Gers). Plus tard il signala (4)

(1) On peut se faire une idée de la puissance de ces dépôts par les forages artésiens de Toulouse et d'Agen qui ne les ont point complétement traversés. Le premier, entrepris en 1830, et dont l'orifice était à 146 mètres au-dessus de la mer, n'a rencontré jusqu'à 230 mètres de profondeur totale que des alternances d'argiles, de marnes et de calcaires marneux; le second, commencé en 1829, a été abandonné à 116 mètres, et n'a traversé qu'une série de mollasses et de marnes. Ces données puisées dans le mémoire de M. de Collegno (*Ann. des sc. géologiques*, vol. I, p. 498, 1842) ne diffèrent pas des suivantes, extraites d'une *Notice sur les puits artésiens de la vallée de la Garonne*. (*Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*, vol. III.) Dans le puits de Toulouse, la sonde, descendue jusqu'à 708 pieds ou à 84 mètres au-dessous du niveau de la mer sans obtenir d'eau jaillissante, a traversé 127 couches d'argiles, de sables divers, de calcaires peu fréquents, de grès et de marnes, dans lesquelles le mica est très répandu. D'autres tentatives faites sur plusieurs points de la vallée de la Garonne ont été aussi sans succès. A Agen, on a rencontré successivement des argiles, des sables, des cailloux roulés, des grès, puis des argiles, des sables, des marnes, des calcaires et des marnes, mais point d'eau ascendante, ce que l'on doit attribuer au manque de continuité sur une certaine étendue des assises d'origine lacustre.

(2) D'Archiac, *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1009. 1847.

(3) *Bull.*, vol. IV, p. 342. 1834.

(4) *Ibid.*, vol. VII, p. 217. 1836.

de nouveaux genres et de nouvelles espèces, et les coquilles mêlées à ces ossements seraient, d'après M. Michelin, identiques avec des espèces vivantes (*Cyclostoma elegans*, Drap., *Bulimus lubricus*, Brug., 3 Lymnées dont une voisine de la *L. stagnalis*, Drap., 6 *Helix*). Les couches fossilifères de Sansan, dit ailleurs M. Lartet (1), appartiennent aux assises moyennes des collines sous-pyrénéennes dont la partie supérieure est formée çà et là par des lambeaux de sable de la dernière période tertiaire, et dans lesquels se trouvent aussi beaucoup d'ossements de grands mammifères. Les sables et grès d'eau douce supérieurs de Simore, de Tournan, de Lombez, etc., ont présenté deux espèces de *Dinotherium*, plusieurs espèces de Mastodonte, trois espèces de Rhinocéros, un pachyderme, un Cerf et un grand ruminant (bœuf ?).

La faune du dépôt lacustre de Sansan diffère de celle des sables précédents. Ainsi, les *Dinotherium* y manquent, les Mastodontes y sont rares, et les Rhinocéros nombreux appartiennent probablement à des espèces distinctes. On en remarque surtout trois qui forment un groupe particulier caractérisé par quatre doigts aux pieds de devant et l'absence de corne sur le nez. Il y a en outre un *Palæotherium*, un grand *Anoplotherium*, plusieurs Cerfs, une Antilope, un autre petit ruminant, un carnassier gigantesque, un Chien, un Chat, un animal voisin de la Genette, plusieurs rongeurs, un édenté voisin des Pangolins; enfin, une mâchoire inférieure complète de singe a été rencontrée au milieu d'ossements de Cerfs, de *Palæotherium*, d'*Anoplotherium*, etc., dans une marne recouverte par un banc régulier de calcaire compacte.

Ainsi, dit M. de Blainville (p. 93), dans une seule localité et dans un dépôt d'eau douce assez ancien se trouvent entassés pêle-mêle des ossements de presque tous les quadrupèdes trouvés épars dans le reste de la France, et représentant des genres de presque toutes les familles de mammifères : les quadrumanes, les carnassiers plantigrades, excepté les ours proprement dits, les carnassiers digitigrades, les édentés, les rongeurs, les Éléphants à dents mamelonnées, les trois sections de pachydermes et les ruminants à bois et à cornes. D'autres débris de singe ont été découverts ensuite avec des ossements d'oiseaux et de Chauve-Souris (2), et le même savant pense

(1) *Compt. rend.*, vol. IV, p. 85. 1837. — *Ann. des sc. nat.*, vol VII, p. 116. — *Bull.*, vol. VIII, p. 92. 1837.

(2) *Compt. rend.*, vol. IV, p. 583. 1837.

que la mâchoire que nous avons déjà mentionnée pourrait appartenir à un singe plus voisin des Gibbons que de tout autre genre vivant (1).

Dans ses *Considérations géologiques et paléontologiques sur le dépôt lacustre de Sansan et sur les autres gisements de fossiles appartenant à la même formation dans le département du Gers* (2), M. Lartet énumère 98 genres, sous-genres ou espèces de mammifères et de reptiles, dont 19 ont été rencontrés dans diverses parties de ce département, et dont les autres sont propres à la localité de Sansan. Les oiseaux, moins nombreux, n'ont pas encore été étudiés, et les poissons sont très rares. Les animaux auxquels ces ossements ont appartenu paraissent avoir été entraînés par une inondation bien distincte du diluvium proprement dit, et beaucoup plus ancienne ; car, quoique superposés et paraissant se confondre dans quelques cas, les deux dépôts sont séparés par des bancs de calcaire marneux ou de grès. Dans ces derniers et dans le diluvium qui les recouvre on ne trouve point de fossiles. Les ossements sont empâtés dans un calcaire marneux avec des coquilles exclusivement lacustres. Aucune des espèces d'animaux vertébrés n'a pu être identifiée avec des espèces vivantes. « Les genres nouveaux que l'on y distingue semblent » destinés à former le passage entre d'autres genres existants trop » éloignés pour venir en quelque sorte remplir les lacunes de la sé» rie animale. On dirait autant d'animaux retrouvés de la grande » chaîne qui reliait anciennement tous les êtres de cette magnifique » création primitive dont il ne reste plus à l'état vivant que quel» ques débris épars à la surface du globe. »

M. C. Prévost (3) a donné, de la colline de Sansan, un plan et des coupes qui complètent, sous le rapport géologique, ce que l'on connaissait de cette localité, et il s'est efforcé d'expliquer les circonstances physiques, déduites de l'hydrographie et du relief actuel du sol, qui ont pu causer l'accumulation de cette prodigieuse quantité d'ossements sur un seul point. Il est en outre très probable, comme le dit le savant professeur, que, plus à l'O., du côté de l'ouverture de l'ancien golfe, dans les endroits où les eaux

(1) *Compt. rend.*, vol. IV, p. 980. 1837.—*Ibid.*, vol. V, p. 417. 1837. — *Ibid.*, vol. VI, p. 352 et 655. 1838. — *Ibid.*, vol. VII, p. 1081. 1838. — *Ibid.*, vol. IX, p. 166. 1839.

(2) *Compt. rend.*, vol. XX, p. 316. 1845.

(3) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 338, pl. V. 1846.

fluviatiles venaient se confondre avec celles de la mer, ce sont encore ces ossements que l'on trouve mélangés avec des débris d'animaux marins et d'eau douce. Mais, à cet égard, nous pensons qu'il reste beaucoup à faire pour l'étude complète stratigraphique de cette partie du bassin parfaitement caractérisée en grand par M. Dufrénoy. La note de M. Prévost a provoqué, de la part de M. Chaubard (1), des observations sur lesquelles nous n'insisterons pas, d'après la réponse qui leur a été faite (2).

M. Azéma (3) a signalé des ossements de Mastodontes, de Rhinocéros, de reptiles, et des fruits bien conservés dans des fouilles entreprises à Sauveterre, non loin du canton exploré par M. Lartet. M. Caneto (4) a décrit une dent molaire de *Dinotherium* provenant de la Bastide d'Armagnac (Gers). M. Noulet (5) a recueilli à Labarthe (Haute-Garonne) une dent de Mastodonte, et a publié depuis un *Mémoire sur quelques coquilles nouvelles du bassin sous-pyrénéen* (6), dans lequel il fait connaître une Mélanie et des *Unio* très remarquables. Sur les bords du Tarn, près de Rabastens, M. Dujardin (7) a trouvé des os d'*Hyænodon* dans une marne micacée, sableuse, gris-verdâtre, de la formation tertiaire moyenne; et, non loin de Moissac, M. P. Gervais (8) a recueilli dans le même étage des débris de *Palæotherium magnum*. M. Dupuy a donné un *Essai sur les mollusques terrestres vivants et fossiles du département du Gers* (9), M. de Boissy (10) la description de plusieurs Hélices des calcaires lacustres des environs de Sansan, de Sorèze, d'Albi et de Castelnaudary, et M. Marcel de Serres (11) celle de plusieurs coquilles fluviatiles et terrestres fort intéressantes de Villeneuve-le-Comptal, près de cette dernière ville.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 393. 1846.
(2) *Ibid.*, p. 395.
(3) *Compt. rend.*, vol. IV, p. 978. 1837.
(4) In-8, 1 pl. Paris, 1837.
(5) *Hist. et Mém. de l'Académie de Toulouse*, vol. VI, p. 186.
(6) *Ibid.* 1846.
(7) *Compt. rend.*, vol. X, p. 134. 1840.
(8) *Soc. philomatique.* 4 novembre, 1843. — *L'Institut*, id.
(9) In-8, Auch. 1843.
(10) *Magasin zoologique de Guérin.* 1844. Pl. 87, 88 et 89.
(11) *Notice sur le terrain d'eau douce du bassin émergé de Castelnaudary.* (*Ann. des sc. nat.*, 3e sér., vol. II, p. 168. 1844.)

CHAPITRE VI.

TERRAIN TERTIAIRE DU MIDI DE LA FRANCE. BASSIN MÉDITERRANÉEN.

Nous examinerons, à partir du versant des Pyrénées orientales, les dépôts tertiaires qui s'étendent le long de la Méditerranée dans le Languedoc et la Provence (1), et nous y rattacherons ensuite ceux qui plus au N. appartiennent encore au bassin hydrographique du Rhône.

§ 1. Languedoc.

Département des Pyrénées-Orientales.

M. Lyell (2) a décrit les couches lacustres de la vallée de la Sègre au-dessus de Puycerda, où elles reposent horizontalement, à une altitude de plus de 1000 mètres, sur les roches cristallines primaires et les schistes de transition. La vallée de la Têt, sur le prolongement de la précédente, au delà de l'axe granitique, n'en présente point. Le lignite a été exploité à Estavan, près Livia, et à Prate, dans la Cerdagne espagnole. Il est subordonné à des argiles diversement colorées, souvent feuilletées, bitumineuses, avec des empreintes de plantes et des coquilles fluviatiles.

La recherche des eaux jaillissantes dans le département des Pyrénées-Orientales a fourni quelques renseignements sur la composition des couches tertiaires qui n'ont pas été d'ailleurs complétement traversées dans dix-huit forages, dont dix ont réussi. Ce sont des argiles marneuses ou sableuses, alternant avec des sables fins et quelquefois

(1) Nous employons les noms des anciennes provinces de préférence à ceux des départements, lorsqu'ils peuvent exprimer d'une manière plus concise et plus exacte à la fois les limites des surfaces que nous avons à considérer géologiquement.

(2) *On a freshwater formation*, etc. Sur une formation d'eau douce contenant des lignites en Cerdagne. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 21. 1834. — *London and Edinb. phil. Magaz.*, p. 376. Mai 1834.)

des marnes coquillières. M. Farines (1) a fait connaître les détails de ces sondages, qui ont été quelquefois poussés sans succès jusqu'à 182 mètres, tandis que sur d'autres points on a obtenu des eaux jaillissantes à une profondeur beaucoup moindre. Cette circonstance a été le sujet d'une discussion entre M. Marcel de Serres et M. Farines, discussion dans laquelle l'avantage nous paraît être resté à ce dernier, à qui l'on doit aussi la description d'un gisement de lignite découvert à Paziols (Aude). Ce dépôt assez étendu se compose de marne de diverses couleurs alternant avec des grès et reposant sur la formation crétacée. Le lignite ne forme point de couches suivies, mais se rencontre par blocs disséminés et représentant des portions de tiges ou de branches de dicotylédones et de Pins (2). M. A. Paillette (3) a annoncé que, dans les Pyrénées orientales, les couches tertiaires avec lignite, Planorbes, Lymnées et ossements d'Éléphants, étaient recouvertes par les dépôts coquilliers marins de Millias, etc.; mais la présence de débris d'Éléphants dans des couches qui seraient antérieures à la période sub-apennine est un fait jusqu'à présent peu probable.

Départements de l'Aude, de l'Hérault et du Gard.

Les gypses tertiaires sont depuis longtemps connus aux environs de Narbonne et de Sigean, et M. Marcel de Serres (4) s'est occupé de nouveau des gisements du Lac et de Portells, subordonnés à des couches puissantes de calcaire lacustre. Les caractères généraux de ces dépôts sont d'occuper les parties inférieures des vallées, ou de ne pas former d'élévations de plus de 150 mètres; d'être en couches horizontales ou peu inclinées et concordantes avec les couches lacustres des environs; d'être toujours accompagnés de gypse sélénite prismatique ou lenticulaire, de rognons de soufre ou de silex pyromaques; de présenter, au milieu des marnes, des poissons d'eau douce, des végétaux, des insectes principalement terrestres et des coquilles fluviatiles; d'offrir des teintes variées, mais jamais très vives; enfin de n'être en rapport avec aucun phénomène igné, et

---

(1) *Soc. philomatique de Perpignan.* 1834. — L'*Institut.* 25 oct. 1834. — *Ibid.* 3 décembre 1834. — *Soc. philom. de Perpignan.* Nov. 1834. — L'*Institut.* 4 févr. et 29 avril 1835. — *Ibid.* 22 juillet 1835. — *Compt. rend.*, vol. I, p. 7. 1835.

(2) *Soc. philom. de Perpignan.* 8 janv. 1834. — L'*Institut.* 19 avril 1834.

(3) *Bull.*, vol. XIII, p. 214. 1842.

(4) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VIII, p. 207. 1836. — *Notice géologique sur le département de l'Aude.* (*Ibid.*, vol. X. 1838.)

de ne point renfermer les cristaux de quartz si fréquents dans les gypses secondaires.

Dans la carrière du Lac, au sud de Narbonne, le dusodyle que l'on trouve entre des lits de marne très minces est rempli d'empreintes de plantes et de poissons. Partout la superposition du terrain tertiaire au terrain secondaire est discordante. Dans le département de l'Aude, les dépôts lacustres les plus éloignés de la mer sont les grès quartzeux à grain fin et à ciment calcaire, connus sous le nom de grès de Carcassonne. Ils sont souvent redressés sous des angles considérables et prennent quelquefois des formes prismatiques. Tantôt ils sont recouverts par des calcaires lacustres (Cesseras), tantôt par des poudingues calcaires. Comme dans le nagelfluh et la mollasse de la Suisse, auxquels l'auteur compare ces grès et ces poudingues, on y trouve des ossements de *Lophiodon*, de *Palæotherium medium*, de Tapir et peut-être d'*Anoplotherium*, des débris de chéloniens (*Trionyx*, *Emys*), de sauriens (Crocodile) et des coprolithes, mais aucune trace d'animaux marins.

Les parties les plus basses de ce groupe lacustre renferment des dépôts de lignite exploités sur un grand nombre de points (Cesseras, Azillan, Minerve, la Caunette, Oupia, Maillac et Agel). Dans les deux dernières localités les strates sont presque verticaux, mais ils redeviennent horizontaux en se prolongeant dans la plaine de Ginestas, de Mirapeisset et d'Argelus.

Dans le calcaire lacustre de Villeneuve, près Castelnaudary, M. F. Dunal (1) a découvert une nouvelle espèce d'*Equisetum* plus grande qu'aucune de celles qui vivent en Europe.

La coupe suivante, que donne M. Marcel de Serres (2) du petit bassin de Caunelle, près de Montpellier, montre la série des couches qui forment cette partie du département de l'Hérault. On y voit, à partir du dépôt de transport superficiel :

1. Sable marin.
2. Calcaire marin supérieur (calcaire moellon de Montpellier).
3. Calcaire lacustre compacte avec coquilles terrestres.
4. Marnes argilo-calcaires compactes, jaunes ou vertes, avec Huîtres.

---

(1) *Acad. des sc. de Montpellier*. 17 avril 1848. — L'*Institut*. 7 juin, *id.*)

(2) *Mém. de la Soc. des sciences*, etc., *de Lille*, p. 53. 1839.

5. Marnes avec Mélanopsides, Paludines et Cypris.
6. Marnes alternant avec des lits minces de calcaire lacustre.
7. Marnes avec coquilles fluviatiles et marines mélangées.
8. Calcaire lacustre en bancs puissants alternant avec le marnes bleues marines inférieures qui reposent sur la craie.

M. Reboul (1), en comparant les dépôts marins et lacustres des vallées de l'Orb et de l'Hérault, y a distingué trois étages : l'inférieur, d'origine marine; le moyen, d'origine lacustre, et le supérieur, mixte ou formé de couches marines et d'eau douce. Les marnes bleues précédentes, qui descendent jusqu'à 130 mètres au-dessous de la mer, représenteraient le terrain tertiaire inférieur du nord de la France, et le reste de la série, jusqu'aux marnes sableuses coquillières des vallées du Tech et de la Têt (Pyrénées-Orientales), serait l'équivalent de deux autres formations tertiaires dans cette partie du littoral méditerranéen.

L'examen comparatif des faunes de mammifères fossiles des deux petits bassins de Montpellier et de Pézénas a conduit M. de Christol (2) à penser que les animaux du premier représentent la faune qui avait vécu au pied des Alpes, et ceux du second, la faune qui s'était développée dans le même temps au pied des Pyrénées, les uns ayant été amenés dans le delta du Rhône, beaucoup plus étendu alors qu'il ne l'est aujourd'hui, et les autres dans le bassin de Castelnaudary. Cependant rien dans l'orographie ni dans les caractères géologiques du pays ne semble justifier cette hypothèse. Les dépôts ossifères paraissent être de nature très différente et reposer de part et d'autre sur la mollasse; mais il n'en résulte pas nécessairement qu'ils soient contemporains, d'autant plus que, dans l'un des bassins, les couches sont redressées, et dans l'autre parfaitement horizontales. Ainsi, les différences minéralogiques et stratigraphiques viendraient se joindre à celles des faunes pour faire présumer que ces dépôts ne sont pas du même âge; et quant à leur parallélisme avec les grès supérieurs du nord de la France, il peut être contesté par leur superposition même à la mollasse marine de la période tertiaire moyenne.

---

(1) *De l'antiquité relative du terrain de Béziers et de Pézénas*, in-8. 1837.

(2) *Ann. des sc. nat.*, vol. IV, p. 193. — *L'Institut*. 1er mars 1834.

Le même naturaliste (1), qui a proposé le nom de *Metaxytherium* pour un genre de cétacé de la famille des Dugons, en a signalé des ossements dans les couches marines supérieures de Montpellier et dans le calcaire moellon de Beaucaire (2). Il a fait aussi connaître, dans ces mêmes sables supérieurs, des débris de Singe (*Pithecus maritimus*) et de *Felis* (*F. maritimus*) (3). Une tête de rhinocéros unicorne, à narines non cloisonnées, a été recueillie dans les sables de Montpellier (4), au-dessous de l'esplanade, et MM. P. Gervais et Marcel de Serres ont publié des observations sur les mammifères dont on a trouvé les restes fossiles dans le département de l'Hérault (5).

A l'entrée de la plaine de Barjac (Gard) se montrent les dépôts lacustres qui s'étendent ensuite jusqu'à Montpellier. Les bords de cet ancien lac sont encore indiqués par des bancs de sable et de cailloux roulés. Ces derniers constituent des brèches puissantes et fournissent des marbres gris, jaunes et rougeâtres. Ils proviennent des montagnes du Bouquet, qui formaient alors des îles dans le lac qui se prolongeait jusqu'en Provence. Les roches de ce bassin d'eau douce sont souvent bitumineuses (Barjac, Saint-Jean, Auzon, etc.), et le lignite se trouve à Barjac, à Saint-Marcel et à Saint-Paulet. Les coquilles lacustres, les Cypris, l'ambre jaune et d'autres résines se rencontrent près des lignites de cette dernière localité. Les couches y plongent au N. comme la chaîne marneuse oolithique qui les sépare de la plaine de Berrias. A l'est de Barjac des sables et des grès ferrugineux avec silex semblent représenter les dernières traces des sédiments marins (6).

L'existence d'un assise argileuse, bleue, très compacte, de 15 à 20 mètres d'épaisseur, avec des blocs de grès calcarifère et quelques fossiles, a été constatée par M. de Roys (7) entre Beaucaire et Nîmes. Elle est recouverte par les cailloux roulés et le lehm de l'époque quaternaire, et elle repose sur la mollasse, au tunnel du

(1) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 527. 1840.
(2) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 819. 1840. — M. de Serres. (*Ann. des sc. nat.*, vol. XVI, p. 14.)
(3) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 169. 1849.
(4) *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 714. 1832.
(5) *Compt. rend.*, vol. XXII, p. 295. 1846.
(6) De Malbos, *Bull.*, vol. X, p. 334. 1839. — Voyez aussi : Marcel de Serres, *Note additionnelle.* (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XIII, p. 83. 1843.)
(7) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 14. 1843.

chemin de fer, près des carrières de B[illegible] Elle [illegible] présenter en cet endroit la formation supérieure, ou des marnes sub-apennines.

M. F. Robert (1) avait annoncé la découverte d'une portion de crâne humain avec des dents molaires et canines dans un calcaire marneux (jaunâtre), des environs d'Alais; mais M. Marcel de Serres (2) et M. S.-P. Pratt (3) ont fait voir que ces débris n'avaient point les caractères des os fossiles, et qu'ils ne paraissaient pas non plus être contemporains de la couche où on les avait recueillis.

M. d'Hombres-Firmas (4) a signalé un tronc de *Chamærops* (*C. alesiensis*) dans les couches tertiaires des environs d'Alais, et plus tard des ossements de mammifères dans le calcaire lacustre du même pays (5). Ce sont des débris de *Palæotherium*, d'*Anthracotherium* et de *Pterodon*, qui, d'après les déterminations de M. Gervais (6), doivent faire regarder ce calcaire comme de l'âge du gypse des environs de Paris. Ce zoologiste distingué a également publié un mémoire important sur les mammifères fossiles du midi de la France (7), et aux *Pterodon Requieni*, *Tylodon Hombresii*, *Palæotherium medium*, et *Dichobune cervinum*, déjà mentionnés par lui, il a pu ajouter un *Anchitherium* ou pachyderme voisin du *Palæotherium*, provenant des mêmes calcaires des environs d'Alais.

Le calcaire lacustre de la formation moyenne qui occupe une grande partie des dépressions des départements du Gard, de l'Hérault, et plus à l'E. celles de la Provence, ne se présente au N., dans le département de l'Ardèche, qu'à Brujas, Vagnas et Saint-Sauveur. Les dépôts de cette période sont formés de conglomérats alternant avec des grès peu solides ou des argiles sablonneuses. Le conglomérat est entièrement composé de roches du groupe néocomien, et les argiles proviendraient aussi, suivant M. de Malbos (8), de marnes remaniées du même groupe. Au-dessus vient un calcaire blanc en bancs réguliers, quelquefois bitumineux et oolithique. On y remar-

(1) *Acad. des sc.* 3 juin 1844. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 474. 1844.
(2) *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 146. 1844.
(3) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 475. 1844.
(4) *Riun. dei scienz. italiani in Padova.* 17 sept. 1842.
(5) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 381. 1848.
(6) *Compt. rend.*, vol. XXVI, p. 49. 1848.
(7) *Ann. des sc. nat.*, vol. VIII. Oct. 1847.
(8) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. III, p. 637. 1846.

que par place des silex pyromaques, ou résinites en rognons ou en plaques. Les coquilles fluviatiles et terrestres parfaitement conservées y sont assez répandues. M. Fauverge (1) a indiqué, au confluent de l'Ardèche et du Rhône, le gisement de lignite des *bancs rouges*, où le combustible alterne vers le haut avec des grès calcaires dont quelques couches sont plus ou moins friables. On y trouve des Cérites, des Natices, des Anodontes, des Pectoncles, des Cyrènes, et peut-être des Corbules, genres qui, pour la plupart, annoncent le voisinage très immédiat de la mer. Le département du Gard a été étudié avec le plus grand soin par M. Emilien Dumas, et la carte géologique, dont une partie seulement a paru, celle qui comprend les arrondissements d'Alais et du Vigan, fait vivement désirer la publication complète de ce travail important.

§ 2. Provence et Dauphiné.

Département des Bouch.-du-Rhône. Classification de M. Coquand.

En 1836, M. Coquand (2) annonça la découverte d'ossements de *Palæotherium* et de ruminants dans le gypse d'Aix (Bouches-du-Rhône), et crut pouvoir en conclure le parallélisme de ce dépôt avec le gypse des environs de Paris. Cette opinion fut contestée par M. Dufrénoy, parce que, reposant probablement sur la mollasse coquillière qu'il regardait comme parallèle aux grès de Fontainebleau, ce gypse, pas plus que ceux du bas Languedoc, ne pouvait être contemporain de la pierre à plâtre de Montmartre placée au-dessous de ces grès. M. Coquand (3) ayant ensuite cherché à établir, par divers exemples de superposition, que la mollasse marine recouvrait au contraire les couches lacustres, et par conséquent le gypse qui en dépend, le savant directeur de l'École des mines (4) s'est attaché à réfuter cette assertion, en montrant quelle était, suivant lui, la relation générale des divers gypses du midi de la France, et en faisant voir qu'en Provence il y avait une alternance de gypse et de mollasse. Or, cette dernière existant à la fois au-dessus et au-dessous, les fossiles, comme la superposition, prouvaient seulement que le tout appartenait à la formation tertiaire moyenne.

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 12. 1845.
(2) *Bull.*, vol. VII, p. 191. 1836.
(3) *Ibid.*, vol. IX, p. 219. 1838.
(4) *Ibid.*, p. 241.

Plus tard, M. Coquand (1) donna une coupe de la vallée de l'Arc où le terrain tertiaire du midi de la France est bien développé, et montre de bas en haut :

1° Calcaires bitumineux alternant avec des lignites et renfermant des Cyclades, des *Unio*, des Potamides, des Tortues et des Crocodiles ; puis au-dessus, grès grossier dans lequel sont signalés deux *fémurs* rapportés au genre Mastodonte. Si cette détermination est exacte, on voit qu'elle serait peu favorable à l'opinion de l'auteur, ces grands pachydermes étant, jusqu'à présent, inconnus dans la formation inférieure.

2° Grès et assises puissantes de calcaires compactes, supportant d'un côté les brèches du Tholonet, et de l'autre les marnes avec gypse des environs d'Aix. Les couches inférieures au gypse ne renferment que quelques Lymnées, Planorbes, etc. Celles qui sont au-dessus présentent, au contraire, des poissons, de nombreuses empreintes d'insectes coléoptères, hémiptères, orthoptères, diptères et lépidoptères, des aranéides, etc., appartenant surtout aux genres *Harpalus*, *Melolontha*, *Bruchus*, *Meleus*, *Cleonis*, *Callidium*, *Cassida*, *Mantis*, *Spectrum*, *Locusta*, *Forficula*, *Libellula* ; puis des troncs de Palmiers, des fruits de conifères, des feuilles, des fleurs, etc. Dans les marnes gypseuses une Hélice et une Potamide ont été rencontrées. La dernière de ces coquilles est extrêmement répandue dans les couches placées au-dessus du gypse. Toutes les assises, depuis les lignites jusqu'à ces marnes, sont, dit l'auteur (p. 80), redressées suivant la direction du système de la Sainte-Baume, du Lébron, et de la Sainte-Victoire, c'est-à-dire N. 1/4 N.-E. à S. (2), 1/4 S.-O., montrant que leur soulèvement se rapporte à celui des Alpes occidentales ; il a eu lieu avant le dépôt de la mollasse marine, qui dans le midi de la France repose horizontalement sur les couches tertiaires ou secondaires redressées. Mais à cet égard nous devons faire remarquer d'abord que M. Coquand prend ici le système des Alpes occidentales pour celui des Alpes orientales, auquel appartiennent les petites chaînes de la Provence dont il parle, et ensuite que c'est le système des Alpes occidentales qui a relevé la mollasse ; de sorte que le rapport qu'il trouve pour la direction des couches tertiaires, rangées par lui dans la formation inférieure, est

(1) *Ibid.*, vol. X, p. 77. 1839.

(2) Il y a O. au lieu de S., sans doute par une faute typographique.

précisément celle qui caractérise les couches de la formation supérieure ou sub-apennine.

3° Poudingues passant à un grès calcarifère, très tendre, exploité particulièrement au-dessus du Tholonet. Les Hélices, très abondantes par place, avaient fait donner au grès le nom de *grès à Hélices* par M. Rozet, mais tout cet étage qui constitue la mollasse est exclusivement marin et rempli, en effet, de coquilles marines.

4° Sur la mollasse et en stratification discordante, on remarque accidentellement un calcaire lacustre marneux. Un seul lambeau de cette assise existe aux environs d'Aix; mais plus développée dans les départements de Vaucluse et des Basses-Alpes, elle y renferme aussi quelques amas de gypse subordonnés. L'horizontalité de ce calcaire supérieur à la mollasse, tandis que celui qui est dessous est constamment redressé, ne permet pas à M. Coquand de les regarder l'un et l'autre comme appartenant à la même formation; et pour lui la série tertiaire du midi de la France présenterait trois divisions bien distinctes par leur superposition comme par leurs caractères minéralogiques et zoologiques. La mollasse marine et le calcaire lacustre qui la recouvre appartiendraient seuls à la formation tertiaire moyenne.

Les géologues s'accordent assez sur l'ordre dans lequel se succèdent les couches dont nous venons de parler, ordre parfaitement établi d'ailleurs dès 1829 par MM. Lyell et Murchison (1); mais il n'en est pas de même, relativement au nombre des subdivisions à y tracer, ni à la place qu'on doit leur assigner dans l'ensemble du terrain tertiaire.

Classification de M. Matheron

M. Matheron a publié d'abord un *Essai sur la constitution géognostique du département des Bouches-du-Rhône* (2), puis un *Catalogue méthodique et descriptif des fossiles* qu'on y trouve (3), enfin une *Carte géologique* très détaillée (4). La classification proposée dans le premier de ces ouvrages a été modifiée assez sensiblement dans le second que nous suivrons de préférence, en y introduisant

(1) *Edinb. phil. Journ.*, vol. XXI, p. 287. 1829. — De la Bèche, *Manuel géologique*, traduct. française, p. 289. 1833. — Id., *Coupes et vues pour servir à l'explication des phénomènes géologiques*, pl. XXIV, fig. 1.

(2) *Extrait du répertoire des travaux de statistique de Marseille*, vol. III. 1839.

(3) In-8, avec 30 pl. de fossiles. Marseille, 1842.

(4) Une feuille. Marseille, 1844.

les détails propres à caractériser les diverses subdivisions. L'auteur dispose comme il suit les dépôts tertiaires du sud-est de la France, en allant de haut en bas ou des plus récents aux plus anciens (p. 96).

Groupe	Étage	Couches	Puissance
Poudingue de la Crau quaternaire			0m,50 à 1m.
Amas de cailloux calcaires			1 à 10
Calcaire [illegible] caverneux, etc.		1m à 1m,50	
Molasse marine.	1er — calcaire moellon ou grès coquillier . 15 à 20	Marnes argileuses marines. Poudingues, grès, [illegible].	5 à 10
	2e — marnes sableuses ou micacées . . 15 à 25	Marnes sableuses et argileuses	110 à 150
Groupe du gypse.	1er — couches marneuses et calcaires avec gypse [illegible]		100
	2e — marnes, [illegible] et poudingues		150
Groupe du lignite.	1er Étage. Calcaire de Vitrolles ou Cengle ou d'Arbois.	1. Assise calcaire	5 à 30
		2. Poudingue polygénique et macigno	4 à 10
		3. Marnes, argile et grès bigarré alternant	40 à 60
	2e Étage. Argiles ferrugineuses de la Galante ou du [illegible].	1. Calcaire passant à la brèche	5 à 30
		2. Poudingue ou brèche	5 à 50
		3. Calcaire rose et marne brun rouge alternant	30 à 40
	3e Étage De Rousset et de Rognac.	1. Calcaire dur et marneux, grès ou [illegible], marbre quelquefois remplacé par des bancs pisolithiques	8 à 30
		2. Argile micacée et bigarrée, alternant avec des calcaires marneux	60 à 70
	4e Étage. De Pennes et de Fuveau.	1. Calcaire gris [illegible] dur	20 à 25
		2. Marnes [illegible] grises et grès alternant	80
	5e Étage. Du lignite.	1. Calcaires bleuâtres ou gris, lignite exploitable et marnes alternant	150
		2. Lumachelle avec coquilles marines et lacustres	0,10 à 5

L'étage inférieur du groupe du lignite renferme une assez grande quantité de combustible exploité sur beaucoup de points. Le lignite affleure sur une portion considérable du pourtour du bassin, et les principales exploitations sont aux environs de Tretz, de Peynier, à Belcodenne, Greasque, Saint-Savourin et Mimet, la Fare et Condoux. Le lignite se rencontre à divers niveaux dont chacun comprend 2 à 4 couches de combustible, séparées les unes des autres par des bancs de calcaire ou d'argile. La stratification, quelque dérangée qu'elle soit, concorde avec celle de la craie sous-jacente. Les fossiles, presque constamment les mêmes, sont des Cyclades, Mélanopsides, Planorbes, Physes, Lymnées, Mélanies, Ampullaires, Néritines, Paludines, Hélices, Potamides, Anodontes, et *Unio*. On y trouve aussi des os de sauriens et de chéloniens. Le quatrième étage ne présente point de bancs charbonneux, et les strates qui le composent renferment des Cyclades, des Mélanopsides et des Physes. Dans le troisième, les fossiles sont plus nombreux et plus variés,

mais ce sont toujours des coquilles fluviatiles, terrestres ou d'embouchure. C'est à Rousset, Meyreuil et Gardanne, puis vers l'O. à Saint-Victoret, et au plateau de l'Escaillon, qu'il peut être le mieux étudié. Le second étage est composé comme l'indique la légende, et le premier n'est pas moins riche en fossiles d'eau douce que le cinquième.

Ces détails s'appliquent particulièrement à la masse principale du groupe qui s'étend d'une manière continue des Martigues à Trets, pour se prolonger à l'E. dans le département du Var. Au nord, à l'ouest et au sud des Alpines, des lambeaux, actuellement isolés, ont été dérangés par le soulèvement de cette chaîne. Ceux de Peypin, de la Destrousse, d'Auriol, du plan d'Aups et de la vallée de Saint-Pons, en font aussi partie. Le groupe du lignite constitue donc un ensemble de couches dépendant d'un même bassin, et les solutions de continuité que l'on observe aujourd'hui résultent de soulèvements. Les coquilles marines trouvées à la partie inférieure indiquent l'existence, dans les premiers temps, d'une eau salée ou saumâtre qui aura disparu par la prédominance des eaux douces provenant des terres environnantes. La puissance totale du groupe serait d'environ 600 mètres, suivant M. Matheron, qui le regarde comme représentant à la fois le calcaire grossier et les sables inférieurs du bassin de la Seine. Les couches marines de sa base correspondraient aussi à celles qui dans le nord de la France reposent sur la craie.

Dans son premier mémoire, l'auteur avait placé au-dessus du gypse la brèche du Tholonet avec les marnes rouges, mais dans le second il les a remises au-dessous. Cette brèche calcaire, dont les fragments sont jaunâtres ou rouge brique, quelquefois gris noirâtre, forme des escarpements sur les bords du ruisseau de l'Infernet, et occupe le revers méridional de la montagne de Sainte-Victoire, depuis Saint-Antonin jusqu'à la route de Marseille. L'étage du gypse est particulièrement développé aux environs d'Aix, de l'Éguilles, de Beaulieu et de la Trévaresse. Adoptant l'opinion de M. Coquand, M. Matheron regarde le gypse d'Aix comme parallèle à celui de Paris, la mollasse qui recouvre le premier étant contemporaine des grès supérieurs qui recouvrent le second. Dans le bassin de Marseille, il existe aussi un dépôt marneux avec pierre à plâtre de l'âge du précédent, mais on ne l'observe que sur les bords et très imparfaitement. Il en est de même entre les Martigues et la Couronne, à la Chapelle-Saint-Pierre, puis sur la rive droite de la Durance, vers

[illegible] et [illegible], où le dépôt est toujours recouvert par la mollasse, à Gargas, près d'Apt, à Manosque, etc.

La mollasse, qui vient ensuite, occupe des espaces considérables au fond des vallées, quelquefois au sommet des montagnes, et se montre çà et là constituant des lambeaux isolés. L'auteur l'avait d'abord divisée en deux étages : le supérieur, composé de calcaire coquillier peu dur avec de nombreux fossiles, généralement à l'état de moules, excepté les échinodermes, les Huîtres, les Peignes, etc.; l'inférieur, comprenant des couches marneuses, argileuses ou sablonneuses, jaunes ou grises. Plus tard, il y distingua encore une mollasse d'eau douce; mais la comparaison qu'il fait ensuite de l'étage marin inférieur avec les marnes bleues sub-apennines, et les localités telles que Montpellier, Perpignan, Bollène, etc., citées à l'appui, semble résulter de quelque méprise, puisque les marnes bleues sub-apennines, ainsi que les dépôts coquilliers des Pyrénées orientales et les sables de Montpellier, sont plus récents que la mollasse, et que les couches de Bollène appartiennent au groupe même de la mollasse. Le grès à Hélices (*H.* aquensis, Marcel de Serres) est un dépôt littoral et accidentel qui ne se trouve qu'à Aix, Peyrolles, Jouques et Rognes, où il est toujours recouvert par la mollasse, à laquelle il passe en même temps que les Hélices disparaissent et que l'on s'éloigne des anciens bords de la mer tertiaire. La mollasse a été disloquée par le soulèvement de la chaîne des Alpines et de la montagne de Sainte-Victoire. Elle repose tantôt sur les couches très redressées du lias, comme à la montagne des Pauvres et sur le plateau de Saint-Marc, tantôt sur la brèche du Tholonet, comme aux Baumettes et vers l'Infernet.

Le dépôt lacustre du bassin de Marseille est borné au N. par la chaîne de l'Étoile, à l'E. par celles de Gariaban et de la Sainte-Baume, au S. par celle de Saint-Cyr, et à l'O. par la mer. M. Matheron y établit deux étages : l'inférieur, composé d'argile marneuse très poissante, de macigno et de poudingue; le supérieur, de marnes, de calcaires plus ou moins compactes ou caverneux, souvent de tufs et quelquefois de poudingues calcaires. L'argile, le poudingue et le macigno occupent le centre du bassin; mais sur les bords il y a des calcaires blanc jaunâtre, plus ou moins tendres, exploités comme craie, et qui renferment des espèces d'Hélices, Lymnées, Planorbes, Paludines et Potamides qui ont toutes leurs analogues vivantes. Malgré ces caractères zoologiques, l'auteur n'hésite pas à placer cet étage inférieur en parallèle avec la mollasse

marine qui manque aux environs de Marseille ; le supérieur représenterait alors le calcaire d'eau douce qui recouvre ailleurs la mollasse.

Dans son premier mémoire, M. Matheron avait mis le calcaire lacustre supérieur au-dessus du poudingue de la Crau ; mais, dans le second, nous le voyons au contraire superposé à la mollasse, et le poudingue de la Crau représente le dernier terme de la série tertiaire. Les couches d'eau douce ne constituent d'ailleurs que des lambeaux isolés, paraissant être le résultat de causes locales. On les observe à Saint-Paul sur la Durance, au château de Peyrolles, à Meyrargues, à Saint-Antonin, à Aix, aux Martigues, à la Viste et aux Olives près de Marseille, dans les vallées de Saint-Pons, de Saint-Vincent et vers Auriol. On y trouve les *Helix nemoralis*, Lin., *Lymnæa ovata*, Drap., *L. minuta*, id., *Ancylus lacustris*, Mull., *Succinea amphibia*, Drap., etc. Il serait donc possible que ces dépôts fussent plus récents qu'on ne l'a cru, et qu'ils appartinssent à l'époque quaternaire, et l'étage inférieur du bassin de Marseille serait probablement aussi moins ancien que la mollasse.

Travaux de la Société géologique de France.

La réunion de la Société géologique à Aix en 1842 (1) est venue apporter quelques modifications dans l'importance relative des subdivisions que nous venons d'indiquer, et même dans la position de ces dernières. La coupe de l'Éguilles à la Fare (p. 412) montre un grand développement de conglomérats et de marnes rouges qui constituent généralement le sol de la vallée de l'Arc, puis les calcaires du défilé de Roque-Favour. Le groupe du lignite, ayant à sa base la lumachelle ferrugineuse avec coquilles marines et lacustres, repose à stratification discordante sur les calcaires à Hippurites. Le bord occidental de l'étang de Berre est composé de marnes, de macigno, de poudingues et de calcaires marneux ou pisolithiques constituant l'étage de Meyreuil ou la partie inférieure du groupe gypseux. Les couches sont ici recouvertes par quelques lambeaux de mollasse, au-dessus desquels s'étendent les cailloux de la plaine de la Crau. Ces diverses assises entourent les petits lacs du pays (2) et se relèvent insensiblement en s'avançant vers le S., pour laisser affleurer la craie dans cette direction.

---

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 412.

(2) On sait que le niveau de l'étang de la Valduc est à 9m,40 *au-dessous* de celui de la mer, que celui de l'étang de l'Engrenier, qui en est voisin, est à 8m,70, et celui de l'étang de Citis à 7m,40 *au-dessous* du même niveau.

On a vu que le groupe du gypse se divisait en deux étages dont l'inférieur, composé de couches rougeâtres de marnes, de grès et de poudingues, atteignait une épaisseur très considérable entre Aix et Roque-Favour, comme au nord-ouest, vers Beaulieu. L'étage supérieur est généralement blanchâtre et composé de lits minces d'argile marneuse, de calcaires marneux schistoïdes plus ou moins durs, de veines de silex et de gypse compacte ou en cristaux lenticulaires. C'est vers la base de ce second étage que sont les deux principales couches de pierre à plâtre exploitable, placées à 8 mètres de distance l'une de l'autre. La première a 2 mètres d'épaisseur, la seconde $1^m,50$. Elles sont séparées par des calcaires schistoïdes et des marnes, et au-dessus viennent encore des marnes et des calcaires marneux, des plaques de silex, le tout sur une épaisseur totale de 90 mètres. Les Paludines et les Potamides sont extrêmement répandues dans les dernières couches ; les autres coquilles lacustres ou terrestres y sont plus rares. Les bancs qui forment le toit et le mur de la pierre à plâtre renferment beaucoup de poissons (*Sphenolepis squamosus*, Ag., *Lebias cephalotes*, id., *Smerdis minutus*, id.), et d'autres fossiles, particulièrement des insectes dont nous avons déjà parlé.

Des dislocations avaient précédé le dépôt de la mollasse, et d'autres l'ont suivi. Ces dernières ont imprimé le relief actuel aux chaînes de l'Éguilles et de la Trévaresse, au nord et au sud desquelles les couches sont demeurées presque horizontales. Le versant nord de ces montagnes est très peu incliné en comparaison du versant sud, et leur soulèvement est postérieur à l'apparition du basalte de Beaulieu, qui s'est fait jour au fond du lac tertiaire, lorsque se déposait la partie supérieure du groupe gypseux. La roche ignée forme un îlot dont le sommet ne paraît pas avoir été atteint ni recouvert par les eaux ; mais pendant que des calcaires marneux se formaient encore dans le reste du bassin, des tufs basaltiques ou des conglomérats s'accumulaient dans le voisinage des basaltes. La mer vint ensuite battre ce même îlot et apporter ses sédiments à la suite d'une dislocation qui émergea le groupe gypseux de la partie la plus élevée de la Trévaresse.

Suivant l'opinion exprimée devant la Société géologique (p. 462), le gypse des dépôts précédents résulterait de la transformation en sulfate de chaux des matières marneuses tenues en suspension dans le lac d'eau douce du bassin d'Aix. Cette transformation aurait été déterminée par l'arrivée, dans les eaux, de quantités

considérables d'acide sulfurique. Le gypse ne se trouve d'ailleurs que par places, et, sur beaucoup de points, il y en a à peine des traces. Cette émission d'acide aurait précédé l'arrivée du basalte, et aurait fait périr subitement les animaux qui vivaient dans le lac, n'en laissant subsister que les parties insolubles dans l'acide étendu d'eau. On expliquerait ainsi pourquoi les restes de poissons et d'insectes sont si nombreux et si parfaitement conservés, tandis que les coquilles sont très rares. Le dégagement d'acide sulfurique aurait eu lieu à deux reprises, dans l'intervalle desquelles la vie animale s'est de nouveau développée dans le lac et sur ses bords. Des dégagements de vapeur d'eau ou d'autres gaz, joints à l'élévation rapide de la température, auront tué les insectes des environs, lesquels auront été ensevelis ensuite avec les poissons dans les sédiments lacustres (1).

Nous reproduirons ici les détails de la coupe dirigée S.-S.-E., de la montagne de Sainte-Victoire, formée par le calcaire jurassique, à l'auberge de la Pomme, et passant par Meyreuil, Fuveau et Gréasque. Quoique la fig. 1 de la pl. VII laisse beaucoup à désirer, la série et les affleurements successifs des couches y paraissent être bien indiqués, depuis l'étage inférieur du groupe gypseux jusqu'à la craie.

Étage inférieur du gypse.

1. Marnes rouges inférieures au gypse.
2. Calcaire lacustre de Roquefavour, d'Arbois, de Vitrolles, etc.
3. Marnes argileuses et calcaire de Vitrolles.
4. Calcaire lacustre.
5. Marnes rouges.
6. Brèche du Tholonet avec marne rouge subordonnée.
7. Marnes et calcaire bitumineux, brèche pisolithique formant le passage des marnes rouges au groupe suivant, 40 mètres.

---

(1) Contrairement à une opinion émise par M. Coquand, M. Marcel de Serres pense que la faune du bassin d'Aix, et particulièrement les insectes, ne prouvent pas une température beaucoup plus élevée que celle de la Provence actuelle. (*Ann. des sc. nat.*, 2e sér., vol. IV, p. 249. 1845. — L'*Institut*. 3 juin 1846.) — *Id.*, *Observations sur les grandes Huîtres fossiles du terrain tertiaire des bords de la Méditerranée.* (*Ibid.*, 2e sér., vol. XX, p. 142. 1843.)

Groupe du lignite, 395 mètres.

1. Calcaire marneux gris, jaunâtre, avec *Atesites* (Alcyons d'eau douce), 40 mètres.
2. Marnes jaunes avec une couche de lignite, 30m.
3. Calcaire bleu, compacte, avec lignite semblable à celui de Gardanne, du Trets, des Pennes et des Martigues (coquilles nombreuses).
4. Couches de lignite de Fuveau, du puits du Cerisier. Couche principale de 2 mètres, et plusieurs autres exploitables, séparées par des marnes et des calcaires. 285 mètres.
5. Couche avec Mélanopsides.

Grès vert avec Hippurites.

On voit que, dans cette coupe, la brèche du Tholonet avec ses marnes rouges, placée d'abord *au-dessus* du gypse et ensuite *au-dessous*, serait en réalité beaucoup plus basse encore, puisque le tout est recouvert, à la montagne du Cengle, par les calcaires de Vitrolles, de Roquefavour et d'Arbois (1). M. Matheron a reproduit ici (p. 490) une opinion qu'il avait déjà émise, savoir que la base de la mollasse de la Provence représente les marnes sub-apennines, et il confond également avec les marnes coquillières des environs de Perpignan, réellement parallèles aux marnes sub-apennines, celles du département de Vaucluse, qui appartiennent à la mollasse. Cette dernière, qui paraît être l'équivalent des couches de la colline de Superga près Turin, représente la formation tertiaire moyenne et non la supérieure. La contradiction est d'ailleurs rendue évidente par la comparaison faite (p. 491) de la mollasse avec le grès de Fontainebleau, et du calcaire lacustre qui la recouvre avec le calcaire d'eau douce supérieur du bassin de la Seine, lequel appartient encore à la période moyenne.

Classification de M. de Villeneuve.

M. de Villeneuve (2), dans une étude spéciale des lignites du département des Bouches-du-Rhône, a d'abord décrit ceux qui ap-

(1) Il y a ici une contradiction entre la coupe et le texte où il est dit (p. 473) : Les brèches du Tholonet passent en s'arquant *sur* une masse considérable de marnes rouges, de calcaire lacustre, etc. La coupe montre que c'est *sous* ces marnes et ces calcaires que passe la brèche. Au reste, lorsque l'on compare attentivement les coupes des planches VI et VII avec le peu de concordance et de précision des détails donnés p. 412, 421, 452 et 453, il est permis de conserver des doutes sur les vrais rapports de plusieurs de ces assises.

(2) *Mém. sur les lignites du département des Bouches-du-Rhône.* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. V, p. 89. 1844.)

partiennent au terrain secondaire, puis il est passé à l'examen des gisements tertiaires. Il s'est particulièrement occupé de la coupe que nous venons de donner entre la montagne de Sainte-Victoire et la Pomme, et il divise le groupe des lignites en trois étages au lieu de cinq. Dans les couches charbonneuses le soufre est en proportion double de celle que l'on connaît dans les bonnes houilles, et il ne s'y trouve pas seulement à l'état de sulfure de fer, mais encore en excès et peut-être à l'état de sulfure de carbone. Sur le flanc septentrional de la vallée de l'Arc, l'ensemble des couches exploitées reste à une grande profondeur au-dessous du sol. Depuis Saint-Antonin à l'est d'Aix, jusqu'à Bompar à l'ouest, les couches supérieures se montrent seules; mais, de ce dernier point à l'étang de Berre, les bancs exploités se relèvent comme à la Fare, Condoux, etc.

L'auteur a divisé le groupe du gypse en trois étages au lieu de deux, comme on l'a vu précédemment. Le premier, qu'il désigne par le nom de Montagne-de-Menut, se compose : 1° de calcaires blancs alternant avec des marnes bigarrées et bitumineuses qui, entre Gardanne et Fuveau, ont 207 mètres d'épaisseur; 2° de grès et de marnes bigarrées ayant 140 mètres d'épaisseur ; 3° de calcaires compactes avec traces de lignites et de nombreux fossiles. Cette sous-division, d'une puissance égale à la précédente, se voit particulièrement à Rousset, à Châteauneuf-le-Rouge, etc. Le second étage, ou celui du *calcaire de Vitrolles*, comprend : 1° des marnes grises, des poudingues et des calcaires blancs avec de grosses oolithes, le tout sur une hauteur de 180 mètres; 2° des grès, des marnes et un poudingue (brèche du Tholonet), d'une épaisseur de 90 mètres; 3° des calcaires marneux et siliceux ayant la même épaisseur que l'assise qu'ils recouvrent (1). Le troisième étage, celui *du gypse proprement dit*, est formé, de bas en haut, de marnes rouges alternant avec des grès, de calcaires marneux et de gypses, de calcaires marneux avec des traces de lignite, sur une épaisseur totale de 70 mètres aux environs d'Aix, de 200 à Rognes, et plus considérable encore à Manosque (Basses-Alpes).

En suivant au N. ce dernier étage, M. de Villeneuve fait voir qu'il

(1) M. de Villeneuve paraît mettre la brèche du Tholonet au-dessus du calcaire de Vitrolles, ce qui motiverait encore les doutes que nous avons exprimés en comparant les coupes et les divers passages du texte de la réunion de la Société géologique à Aix.

est représenté par les dépôts charbonneux de Manosque, de Forcalquier (Basses-Alpes), d'Apt et de Métamis (Vaucluse), où l'on a trouvé le *Palæotherium minus*. Ainsi à Aix comme à Manosque, la mollasse marine lui a succédé immédiatement, et l'on trouve au contact les coquilles lacustres de l'étage du gypse mêlées aux fossiles marins de la mollasse. D'après cela l'ensemble des couches avec gypse et lignite de la vallée de la Durance représente l'étage du gypse de la vallée de l'Arc, et si la mollasse représente en Provence les grès de Fontainebleau, les couches gypseuses y sont aussi parallèles à celles des environs de Paris.

Le groupe de la mollasse, composé de marnes et de grès, de mollasse compacte, puis de marnes, de grès et de calcaire, atteint, suivant l'auteur, une puissance de 150 mètres. Au Tholonet, il repose sur la brèche de ce nom, et au sud d'Aix il est surmonté par le calcaire à Paludines.

Le terrain tertiaire de la vallée de l'Arc a une épaisseur que M. de Villeneuve porte à 1554 mètres (p. 135), et il se prolongerait ensuite sous les bassins du Rhône et de la Durance. A Manosque, sa puissance serait de 200 mètres, et peut-être de 300 sous la plaine de la Crau. Mais nous n'en conclurons pas, avec l'auteur, que les eaux du lac, dans lequel ces dépôts se sont formés, avaient une profondeur correspondante; car les caractères et la distribution des fossiles s'y opposent complétement. Nous verrons, en effet, qu'un autre géologue, en donnant une explication beaucoup plus rationnelle de la disposition générale des couches, ne leur attribue point cette épaisseur énorme qu'a trouvée M. de Villeneuve, en les supposant toutes continues et régulièrement superposées.

La vallée de l'Huvanne, resserrée à Roquevaire, forme deux bassins, l'un supérieur et l'autre inférieur; leur communication ne date que des dernières dislocations du sol, et les dépôts qui les forment sont tout à fait différents. Les couches secondaires les moins anciennes et les couches tertiaires inférieures de la haute vallée sont parallèles à celles de la vallée de l'Arc avec lesquelles elles étaient en relation aux environs de la Pomme et de Saint-Saturnin. Dans la vallée basse, au-dessous de Roquevaire, au contraire, la craie supérieure et tout le groupe des lignites manquent, et il en est de même jusqu'à Marseille, où le groupe du gypse repose sur les roches secondaires. A la base du terrain tertiaire de ce bassin, est un dépôt de pierre à plâtre qui rappelle ceux d'Aix, de Manosque et d'Apt. On l'observe près de Marseille, aux quartiers de Camoens

et de la Valentine. Dans cette partie du département la mollasse serait, comme on l'a vu, remplacée par des grès, des poudingues, des sables, des calcaires bitumineux schistoïdes et des calcaires concrétionnés avec des coquilles lacustres et des traces de Palmiers. Les marnes ont été traversées, sans succès, dans un forage de 200 mètres de profondeur. Les plateaux de la Vista et des Olives sont formés par les couches supérieures qu'on retrouve entre Auriol et Roquevaire.

M. de Villeneuve termine son mémoire par des considérations économiques sur l'emploi des lignites et sur leur quantité probable qui doit offrir de grandes ressources pour l'avenir du pays (1). Il pense en outre que ce qu'il a nommé *système du jais*, et dont nous n'avons point parlé, parce qu'il ne semble pas appartenir au terrain tertiaire, serait un passage entre ce dernier et le terrain secondaire. Le groupe des lignites qu'il désigne sous le nom de *système de Fuveau* représenterait, suivant lui, l'étage de l'argile plastique, ou mieux les sables inférieurs du nord de la France, tandis que le *groupe du gypse* de Manosque, d'Aix et de Marseille, représenterait le *terrain tertiaire moyen*, conclusion opposée à celle que l'auteur avait émise précédemment, et contraire également aux faits; car, si la mollasse représente la formation tertiaire moyenne, et le groupe des lignites celui de l'argile plastique ou des sables inférieurs, il n'y a pas de raison pour que tout ce qui les sépare ne soit parallèle au calcaire grossier ou au calcaire lacustre moyen avec gypse du nord. La superposition, toujours plus ou moins transgressive de la mollasse au groupe du gypse, ne permet pas, pour le sud de la France, une explication différente de celle que M. de Villeneuve avait d'abord adoptée lui-même, et peut-être n'y a-t-il ici qu'une confusion de mots mal définis.

Observations de M. Diday.

Le terrain tertiaire du département des Bouches-du-Rhône a encore été l'objet d'un mémoire intéressant où des vues ingénieuses ont été développées avec beaucoup de sagacité. M. Diday (2) a examiné attentivement les portions altérées du groupe des lignites qui ont été appelées *moulières*, et dans lesquelles non seulement les éléments de

(1) M. A. Burat estime que les exploitations du département des Bouches-du-Rhône produisent annuellement 550,000 quintaux métriques de lignite. (*Géologie appliquée*, p. 65.)

(2) *Recherches sur les altérations des roches qui renferment les lignites tertiaires de la Provence.* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. XI, p. 409. 1847.)

la roche ont été modifiés, mais encore une partie de ces éléments enlevés. Ainsi les calcaires devenus spongieux ont perdu la matière bitumineuse qui les colorait; dans le lignite une forte proportion des principes combustibles a aussi disparu; d'où sont résultés des tassements et des vides. La *moulière*, ou partie altérée d'une série de couches, a la forme d'un cône aigu, dont le sommet est en bas. Lorsque, par suite des travaux, on dépasse ce sommet, on atteint des roches complétement intactes qui prouvent que la cause a agi de haut en bas. On observe alors, sous ce même sommet, une fente verticale qui traverse les couches, suivant une direction correspondant à peu près à l'axe de la moulière. Cette fente se prolonge souvent dans celle-ci, et ses parois sont tapissées de cristaux de carbonate de chaux ou de chaux sulfatée.

L'auteur pense que ce mode d'altération est dû à un dissolvant qui serait l'acide sulfurique ou un sulfate acide, et l'origine des moulières résulterait de la décomposition de pyrites disséminées, en particules indiscernables, mais très abondantes, non seulement dans le charbon, mais encore dans les argiles et les calcaires. Quelques analyses partielles avaient déjà conduit M. de Villeneuve à cette opinion, et M. Diday, en comparant la composition des roches intactes, prises à une très petite distance des roches altérées, avec celle de ces dernières, a fait voir que l'état de celles-ci justifiait de tous points le mode d'action supposé.

P. 526. Pour déterminer le moment où ces altérations ont commencé, il s'est attaché à démontrer : 1° que le phénomène des moulières n'appartient pas uniquement à l'époque actuelle, mais qu'il a commencé à se produire immédiatement après et peut-être pendant le dépôt du groupe des lignites ; 2° que les couches de sulfate de chaux exploitées dans le groupe du gypse d'Aix proviennent en très grande partie, sinon en totalité, de celui qui a été produit dans la moulière par la réaction des pyrites décomposées sur le carbonate de chaux.

D'après la classification et les évaluations de M. Diday, le terrain tertiaire de cette partie de la France se composerait de 6 étages, comme il suit : 1° étage des lignites, de 200 à 250 mètres d'épaisseur ; 2° calcaires marneux et argiles, 110 mètres ; 3° argiles rougeâtres et calcaires assez compactes alternant six fois, 400 mètres ; 4° sable et argiles rougeâtres, 70 à 80 mètres ; 5° gypse, marnes et calcaires marneux, 80 mètres ; 6° terrain grossier avec lignites, du département de Vaucluse et des Basses-Alpes, 300 mètres. Parmi ces étages les quatre premiers manquent au nord de la ville d'Aix.

les deux derniers, qui se prolongent au delà de la Durance, se lient aux précédents sur une faible largeur, entre les montagnes d'Éguilles et de Sainte-Victoire. La plupart des dislocations qui ont affecté ces divers étages courent E. 16° N., comme le système des Alpes orientales, et les fissures verticales, causes premières des moulières, sont parallèles ou perpendiculaires à la direction des chaînes de montagnes voisines. Par conséquent, le phénomène des moulières est en rapport avec les soulèvements de ces chaînes, et à ces soulèvements sont dues les fentes qui ont permis l'introduction des eaux superficielles dans l'intérieur du groupe des lignites, laquelle a déterminé l'altération d'une partie de ses couches.

En considérant la disposition des quatre étages inférieurs du bassin d'Aix, le savant ingénieur fait remarquer que leurs affleurements successifs au S. présentent des portions de courbes concentriques dont la concavité est tournée vers le N., et dont les extrémités s'appuient contre les chaînes secondaires de Sainte-Victoire et d'Éguilles. Les directions des couches, quoique oscillant autour de l'E.-N.-E., varient cependant assez pour être ordinairement, dans chaque étage, parallèles à la courbe qui en forme la limite. En outre, les couches plongent toutes, à très peu près, vers un même point, centre commun de ces courbes, situé dans l'espace qu'occupe le groupe gypseux des environs d'Aix. Aussi l'auteur en conclut-il que les assises lacustres ont dû éprouver au moins un soulèvement après la formation de chaque étage, et que, par ces soulèvements successifs, les extrémités des couches ont été presque émergées vers le S., l'E. et l'O. Le bassin s'est de la sorte graduellement rétréci, jusqu'à ce que les eaux n'aient plus occupé que la partie où s'est déposé le groupe du gypse.

Celui des lignites ayant été fracturé avant la formation du gypse, les causes qui produisent aujourd'hui la décomposition des pyrites ont pu agir immédiatement après l'ouverture de ces fentes, et dès lors la plupart des moulières commencèrent à se former (1). Le sulfate de chaux résultant de la réaction des pyrites décomposées sur le calcaire se sera dissous dans les eaux où se déposaient les assises supérieures aux lignites, puis, en vertu de sa plus grande solubilité, il se sera déposé à son tour après le carbonate de chaux.

(1) On voit par là que des fentes dirigées comme le système des Alpes orientales et des petites chaînes de la Provence sont bien antérieures à ces dernières.

Les étages inférieurs ne paraissent pas exister au-dessous du gypse des environs d'Aix, ce qui permet de penser que, lorsqu'ils se formaient, la portion du pays occupé plus tard par le gypse était émergée. Après le relèvement au S. de ces étages inférieurs, les eaux refluèrent au N., et, saturées en partie de sulfate de chaux, elles firent périr presque immédiatement les animaux qui y vivaient (1).

Une question qui se présentait naturellement à l'esprit, après ces explications, était de savoir jusqu'à quel point le peu d'étendue que l'on connaît aux moulières pouvait s'accorder avec le volume du gypse contenu dans le bassin d'Aix, ou, en d'autres termes, s'il existait un rapport réel de grandeur entre la cause supposée et l'effet qu'on lui attribue. C'est ce à quoi M. Diday a répondu également. Après avoir évalué la surface des couches gypseuses et leur épaisseur, il en a déduit d'abord le volume total du gypse qu'elles renferment, volume qui serait d'environ un milliard de tonnes ; puis, évaluant de même la surface des couches lacustres inférieures et celle des portions altérées non exploitables ou moulières, ainsi que l'épaisseur de ces dernières et la quantité moyenne des pyrites qu'elles devaient renfermer avant l'altération, il trouve que ces pyrites ont pu produire 990,000,000 tonnes de gypse, c'est-à-dire une quantité très voisine de celle que contient réellement le bassin d'Aix.

Département de Vaucluse.

M. Lecoq (2) a signalé dans le haut du vallon de Vaucluse un dépôt lacustre avec des Mélanies. Il est composé de calcaires tantôt friables et marneux, tantôt durs et compactes, avec des lits de silex ; mais l'auteur n'indiquant point sa position par rapport à la mollasse, on ne peut en préciser l'âge. M. Graff, dans une *Notice sur le gisement et le traitement du minerai de fer hydraté résinite des environs d'Apt*, a donné de la montagne de la Garde au Lebron une coupe qui montre la série suivante à partir du gisement de minerai rapporté au grès vert, et en partie dénudé avant le dépôt tertiaire :

---

(1) Il y aurait eu ainsi dans la Provence une série de soulèvements partiels du S. au N. tout à fait comparable à ce qui eut lieu du N.-E. au S.-O. dans le nord de la France, et les chaînes qui forment la ligne de partage des eaux de l'Arc et de la Durance ont joué en petit le rôle de l'axe du Mellerault entre les bassins de la Seine et de la Loire.

(2) *Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. VII, p. 33. 1834.

1. Marnes rouges.
2. Couches sableuses, de teintes très variées, alternant vers le haut avec des calcaires.
3. Calcaire compacte avec Lymnées et Planorbes.
4. Gypse semblable à celui de Gargas, près d'Apt, et accompagné de marnes feuilletées.
5. Marnes et calcaires marneux alternant.
6. Lignite et calcaire à Hélices.
7. Mollasse coquillière marine de 25 à 30 mètres d'épaisseur.

Ainsi l'étage des couches rouges des environs d'Aix, surmonté par celui du gypse, que recouvre à son tour la mollasse, se représente ici comme dans la vallée de l'Arc. Comme au nord de cette dernière, le groupe des lignites manque complétement, et, à mesure que nous remonterons vers le N., nous verrons toujours les couches rouges ou panachées reposer sur la formation crétacée.

Les bords du Calavon, entre les Beaumettes et Apt, nous ont offert un développement remarquable des marnes rouges, sableuses ou siliceuses et poudingiformes, couronnées par de puissantes assises de mollasse, et reposant près de Roquefour, sur le calcaire blanc néocomien, avec *Chama ammonia.* A Goult, sur le bord de la route, on voit même une brèche semblable à celle du Tholonet et occupant la même position. Les dislocations et les ravinements qu'ont subis les roches secondaires font que celles qui leur ont succédé se trouvent à des niveaux très différents et dans des positions très différentes aussi, tantôt sur un des étages de la formation crétacée, tantôt sur un autre. Les dérangements et les dénudations que les couches tertiaires ont éprouvés elles-mêmes contribuent encore à la disposition variée qu'elles affectent aujourd'hui.

La Société géologique, lors de sa réunion extraordinaire en 1842 (1), a étudié le gypse et les marnes rouges des environs d'Apt, ainsi que les lignites et les couches noires avec ossements de *Palæotherium*, d'*Anoplotherium*, de reptiles et de Tortues qui se trouvent à la jonction des deux étages. La colline de Gargas offre à cet égard un intérêt particulier. M. P. Gervais (2), qui a décrit des mammifères fossiles provenant de cette localité, a été conduit aussi à regarder le gypse qu'on y exploite comme parallèle à celui de Paris.

---

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 497. 1842.
(2) *Compt. rend.*, vol. XXII, p. 845. 1846. — L'*Institut*. 14 octobre 1846.

Quant aux ruminants, au Sanglier et à l'*Hipparion* découverts à Cucuron, dans la vallée de la Durance, ils sont d'une période beaucoup plus récente. M. Marcel de Serres (1) a publié sur la Provence, en 1843, des notes géologiques écrites en 1828, et qui auraient par conséquent peu d'intérêt à être reproduites après tous les travaux dont nous venons de rendre compte.

M. Eugène Raspail (2) a divisé en trois étages le terrain tertiaire des environs de Gigondas : l'inférieur, qui correspond au groupe du gypse, n'aurait pas moins de 412 mètres d'épaisseur dans le ravin de Souiras. Ses couches très redressées plongent tantôt au S., et tantôt au N., comme les roches secondaires, et des masses gypseuses se voient dans tous les axes de soulèvement ou mieux dans les plis des couches; il semble même y avoir des filons de gypse qui coupent les marnes obliquement. Du reste, cet étage offre la composition variée que nous lui avons vue plus au S. Les deux autres étages comprennent, l'un la mollasse avec ses caractères ordinaires et ses fossiles, et qui a été fortement disloquée ; l'autre, des argiles bleues avec des pyrites, du sable fin agglutiné, et beaucoup de corps organisés marins. Quoique ce dernier, qui nous semble représenter les marnes bleues de Bollène, ait été moins dérangé que le précédent, nous n'avons point, quant à présent, de données générales assez précises pour l'en séparer.

Département des Basses-Alpes.

Plus à l'E., dans le département des Basses-Alpes, M. S. Gras (3) a établi des divisions qui correspondent encore à celles que nous venons d'indiquer. Ainsi il décrit, sous le nom de *mollasse d'eau douce*, le groupe du gypse de M. Matheron, tel que nous l'avons admis. Dans la partie du département qui confine à celui de Vaucluse, on trouve, de bas en haut :

1. Calcaires compactes, gris bleu, avec coquilles fluviatiles.
2. Schistes marneux fendillés, souvent bitumineux.
3. Marnes grises, jaunâtres ou lie de vin.
4. Gypse alternant avec des marnes et des calcaires.
5. Lignites en couches régulières et fort étendues.
6. Sable ocreux et macigno.
7. Poudingue composé de cailloux provenant de la craie.

---

(1) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XIII, p. 1. 1843.

(2) *Observations sur un nouveau genre de saurien fossile*, p. 17, in-8. Avignon, 1842.

(3) *Statist. minér. et géol. du département des Basses-Alpes*, p. 134, in-8, avec carte Grenoble, 1840.

Le lignite est intercalé dans les calcaires et les marnes. Le gypse, qui affecte la disposition qu'on lui connaît dans le terrain secondaire, est attribué par l'auteur à une épigénie de la roche calcaire en place, contrairement à l'opinion que nous avons vue émise pour celui de la vallée de l'Arc. Les fossiles sont des Lymnées, des Planorbes, des Cyclostomes, des Hélices, des végétaux dicotylédones et des poissons semblables à ceux du bassin d'Aix. Ce groupe constitue des plateaux distincts, assez étendus et sur lesquels on n'observe pas de trace des grès marins, ni de la mollasse coquillière qui occupent le fond des vallées et en suivent les sinuosités.

Ces diverses assises existent particulièrement sur la rive droite de la Durance, aux environs de Manosque, de Forcalquier et de Reillanne. L'inclinaison des couches est très variable. Au nord de Manosque, leur direction est N. 70° E. à S. 70° O., à peu près celle du Lebron auquel ces dislocations se rattachent. Au nord de la route de Céreste à Forcalquier, elles sont au contraire rarement dérangées, et elles recouvrent le grès vert sur toute sa limite septentrionale, depuis Peyruis jusque dans le département de Vaucluse.

Le lignite exploité entre Manosque, Volx et Dauphin, offre quelquefois jusqu'à 20 couches dont l'épaisseur varie de $0^{m},40$ à 4 mètres. On compte 13 concessions dans l'arrondissement de Forcalquier, et la qualité du combustible est en raison inverse de l'épaisseur des couches. Les exploitations de gypse sont dans les communes de Manosque, Dauphin, Saint-Martin, Renacas, Montfuron, etc. La pierre à plâtre y est en bancs compactes, cristallins, et alternant avec des marnes. Le soufre natif ou cristallisé s'y trouve en nids ou en petits amas.

La mollasse marine, la seconde des divisions de M. Gras, est moins développée et d'une composition plus simple que dans la vallée du Rhône. Elle comprend des grès à gros grains, passant au poudingue, puis des couches sablonneuses, micacées, à ciment calcaire, peu solides et remplies de fossiles. Elle repose indifféremment sur le lias, le groupe néocomien, le grès vert, ou sur les couches tertiaires précédentes. Elle a été dénudée en partie et se voit principalement dans le bassin de Forcalquier, autour de Manosque, de Peyruis, de Volonne, etc. Les fossiles y abondent surtout entre Tanaron et Escalogne. Le village de Gaubert, à cinq kilomètres au sud-ouest de Digne, occupe une sorte de promontoire faisant partie d'un

cirque de soulèvement, sur le pourtour duquel la mollasse se relève avec une symétrie très remarquable.

Enfin la formation tertiaire supérieure du versant occidental des Alpes est composée de couches lacustres dont les caractères sont très variables. Dans la partie nord-ouest du département de l'Isère et plus haut dans toute la Bresse, nous verrons qu'elle atteint plusieurs centaines de mètres d'épaisseur et qu'elle se divise en deux parties : l'inférieure formée de marnes bleues, de sable et de gravier, avec des lignites et des coquilles d'eau douce ; la supérieure comprenant des cailloux roulés, des sables non stratifiés, et accidentellement du lignite (Pommiers, près Voreppe). Dans le département des Basses-Alpes, l'espace compris entre la Durance et les montagnes secondaires de l'ouest est couvert par un dépôt lacustre semblable à celui de la Bresse, mais qui n'est pas susceptible d'être divisé en plusieurs assises. Ce sont des poudingues, des marnes argileuses, et des grès à ciment calcaire, ayant ensemble jusqu'à 300 mètres d'épaisseur. Tous ces débris de roches, qui alternent sans ordre et se mêlent constamment, proviennent de couches secondaires et tertiaires. On les voit particulièrement sur la rive gauche de la Durance, depuis Abros jusqu'à l'embouchure du Verdon, et elles se prolongent dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône. C'est à ce niveau qu'appartiennent les couches lacustres que nous avons signalées dans ce dernier département, de même que les sables avec coquilles fluviatiles et ossements, de Cucuron, dans celui de Vaucluse.

Département de la Drôme.

On a vu jusqu'à présent que les divers systèmes de couches tertiaires mentionnés en Provence se coordonnent assez bien, et que, malgré quelques divergences entre les géologues qui les ont décrits, nous avons pu les comparer facilement ; mais il n'en est plus de même dans le département de la Drôme, dont M. S. Gras a publié, en 1835, une *Statistique minéralogique* (1) très détaillée. D'après ce travail les dépôts tertiaires y présenteraient des particularités sans exemple dans les pays environnants. Nous avons dit qu'au S. le groupe inférieur des lignites, groupe essentiellement d'eau douce, ne s'étendait pas au delà du bassin de l'Arc, tandis qu'au-dessus le groupe du gypse, également lacustre, surmonté par la mollasse marine que recouvrait un dernier groupe lacustre, se

(1) In-8, avec carte et coupes. Grenoble, 1835.

prolongeait dans les départements de Vaucluse, des Basses-Alpes, de l'Isère et du Rhône, avec des caractères toujours comparables; dans celui de la Drôme, au contraire, il y aurait, d'après M. Gras (p. 115), *cinq* divisions dont *deux* marines et *trois* lacustres, lesquelles sont, en allant de bas en haut : 1° *premier terrain d'eau douce* ou sables bigarrés ; 2° *premier terrain marin* ou mollasse inférieure ; 3° *terrain d'eau douce moyen ;* 4° *second terrain marin* ou mollasse supérieure ; 5° *terrain d'eau douce supérieur.* On aperçoit tout de suite quelle différence notable cette classification présente avec celle des départements voisins : elle consiste dans l'intercalation d'un dépôt d'eau douce moyen et d'une mollasse marine supérieure entre le groupe de de la mollasse, tel qu'il a été considéré jusqu'ici, et le groupe lacustre ou *terrain d'eau douce supérieur* de l'auteur. N'ayant observé nous-même dans ce département qu'une partie de l'arrondissement de Montélimart, où l'étage des marnes sableuses rouges, grises ou panachées, ainsi que la mollasse, nous a paru s'accorder parfaitement avec ce que nous avons dit ci-dessus, nous n'essayerons point de faire rentrer la classification de M. Gras dans celle que nous avons adoptée, et nous nous bornerons à signaler en l'exposant les rapports que nous avons jugés probables.

Le *premier terrain d'eau douce*, ou sables bigarrés, est complétement indépendant des autres roches tertiaires. Il est peu étendu, souvent isolé et rarement recouvert. On le trouve dans la plaine ou dans les montagnes, et à des niveaux très différents. Il repose sur un des trois groupes de la formation crétacée, et paraît quelquefois s'y lier intimement. Lorsqu'il est bien développé, il présente trois assises distinctes : l'inférieure composée de sable et de grès quartzeux, blancs ou rouges, d'argiles panachées avec des traces de lignites, des pyrites, et des cristaux de gypse ; la supérieure formée de marnes alternant avec un calcaire compacte jaune clair, d'apparence lacustre, qui contient des silex en veines ou en rognons et des grains de quartz. L'isolement et le peu d'étendue de ces sables, et d'autres circonstances ont fait penser à l'auteur (p. 120) qu'ils avaient pu être amenés de l'intérieur de la terre sur les points où on les observe aujourd'hui, opinion que nous avons déjà vue reproduite par plusieurs géologues pour le nord de la France et pour la Belgique.

Ces dépôts s'observent au nord-est de Nyons, où les grès très ferrugineux s'appuient contre les marnes de la craie, puis au nord de Dieu-le-Fit, où ils reposent sur le grès vert, sans en être bien nettement séparés. Autour de Saint-Nazaire, les sables rouges et

blanches, très purs vers le haut, passent en bas à des marnes lacustres. On les voit encore sur beaucoup d'autres points (Pont-en-Royan, Crest, Rochefort, Sanson, Saint-Vincent, etc.), et aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux ils recouvrent immédiatement le grès vert. Près de Bollène, ils sont associés à des argiles. Ils se retrouvent également au N., à Voreppe (Isère), et à l'extrémité de la vallée de Villars-de-Lans. Cette première division de M. Gras paraît représenter exactement l'étage des couches rouges inférieures au gypse dans les départements de Vaucluse, des Basses-Alpes et dans la vallée de l'Arc. L'étage du gypse lui-même aurait disparu dans l'intervalle, comme on l'a remarqué souvent dans d'autres pays.

Le *premier terrain marin* ou *mollasse inférieure* comprend des grès coquilliers à grains de quartz et à ciment calcaire, séparés quelquefois par des lits de sable et de marne. Il passe à un calcaire très dur et ressemble beaucoup au *second terrain marin* ou *mollasse supérieure* de M. Gras. Un grand nombre de coquilles leur sont à la vérité communes; mais les Clypeastres paraissent exister seulement dans l'inférieur, tandis que les Vénus, les Cythérées et autres genres voisins seraient propres au supérieur. En outre, la première mollasse disloquée se trouve sous un dépôt lacustre que recouvre la seconde, non dérangée par les mêmes accidents. La mollasse marine inférieure constitue des lambeaux peu étendus, dont l'épaisseur est de 20 à 30 mètres, qui reposent sur les sables bigarrés et plus ordinairement sur l'un des étages de la craie, tandis que la mollasse supérieure, qui occupe des surfaces très considérables, atteint une puissance de plusieurs centaines de mètres, et ne repose jamais sur les couches crétacées. Le *premier terrain marin* existe principalement aux environs de Nyons, de Merindol, de Vaison et de Taulignan. Autour de Saint-Paul-Trois-Châteaux, où l'on voit dans un très petit espace le grès vert, les sables bigarrés, la mollasse inférieure, la mollasse supérieure et le dépôt de transport diluvien, la mollasse récente reposerait transgressivement sur les trois groupes sous-jacents.

Le *terrain lacustre moyen*, qui sépare les deux mollasses, renferme des marnes calcaires et argileuses, souvent irisées, des calcaires compactes avec des coquilles d'eau douce, des poudingues calcaires, des grès grossiers gris, bleuâtres, et par places du lignite et du gypse. Le lignite qui alterne avec les marnes et le calcaire est peu développé dans le département de la Drôme; mais il l'est mieux dans la Provence. Cette remarque de M. Gras semblerait indiquer que ces cou-

ches représentent l'étage du gypse tel qu'on le voit dans la vallée de la Durance; mais d'un autre côté, cet ensemble puissant, très régulier et fort étendu, paraît se lier à la mollasse supérieure qui l'accompagne constamment et le recouvre sans discordance. Plus ordinairement il repose sur l'un des étages de la craie; quelquefois il s'appuie contre la mollasse inférieure, et très rarement il surmonte les sables bigarrés. Ce *terrain lacustre moyen* commence à paraître au pied de la tour de Barcelonne, dans l'arrondissement de Valence, et forme une bande étroite dirigée N.-S., qui aurait été redressée par un soulèvement récent. Il paraît manquer dans le bassin de Montélimart, mais plus au S. il occupe le bord septentrional du plateau de Grignan, se voit entre Châteauneuf-du-Rhône et Donzère, et sur le revers méridional de la montagne de la Garde d'Adhémar, où il recouvre les sables bigarrés. Cette dernière circonstance, jointe à celle que nous avons signalée plus haut, ne pourrait-elle pas faire présumer qu'il existe, en effet, dans ce département, des rudiments de l'étage du gypse qui auraient été confondus sur d'autres points avec des couches supérieures à la mollasse?

Le *second terrain marin*, ou *mollasse supérieure*, est formé de grès terreux, à grains fins, très hétérogènes et de marnes argileuses bleuâtres. Le grès présente deux variétés. La plus commune, exploitée sous le nom de mollasse, est à grain très fin, composée de quartz, de mica et de calcaire réunis par un ciment argileux; la seconde, qui occupe la partie inférieure est à gros grains, et sa texture est inégale. Les grains de quartz vitreux sont abondants; il y a peu de mica, mais souvent beaucoup de débris de coquilles. Ce dépôt marin, qui diffère du précédent par sa puissance et par sa continuité, occupe presque en entier les bassins de Valence et de Grignan.

Enfin, le *terrain d'eau douce supérieur* se compose de marnes bleues et de sables jaunâtres, auxquels sont quelquefois associés des lits de gravier et de cailloux roulés. Il est caractérisé par des couches de lignite très régulières, avec des coquilles fluviatiles. Nulle part les strates ne sont disloqués, ce qui les distingue de ceux de la mollasse sur lesquels ils reposent ordinairement, et ils ne doivent pas être confondus non plus avec le diluvium qu'ils accompagnent souvent. Tout annonce, d'ailleurs, qu'ils se sont accumulés lentement dans des eaux tranquilles, bien différentes de celles qui ont apporté plus tard les cailloux roulés diluviens. Nous les suivrons tout à l'heure, vers le N., où leurs caractères sont encore les mêmes,

et nous verrons qu'ils représentent la formation tertiaire supérieure.

Nous avons exposé la classification de M. Gras, comme nous le devions, mais nous ferons remarquer que, si elle est exacte, il faut admettre aussi qu'elle est purement locale, et qu'une circonstance particulière a dû y suspendre la formation de la mollasse pendant un certain temps, qu'un dépôt lacustre est intervenu, puis a de nouveau cessé par le retour des eaux marines. Une nouvelle étude du pays nous semble donc nécessaire pour déterminer toutes les circonstances de ces alternances et leurs limites dans le sens horizontal.

Département de l'Isère.

— En effet, le département de l'Isère, examiné sous ce rapport comme ceux de Vaucluse et des Basses-Alpes, ne nous présente rien qui s'accorde avec les cinq divisions précédentes, et nous n'y trouverons que l'étage des couches rouges, le groupe de la mollasse et celui du calcaire lacustre supérieur dont nous avons vu les équivalents au S. M. E. Gueymard, qui avait donné, en 1831, un travail déjà considérable sur la minéralogie, la géologie et la métallurgie du département de l'Isère, a publié, en 1844, un ouvrage beaucoup plus complet (1) sur ce pays. Il y décrit (p. 332) le terrain tertiaire et en particulier la mollasse qui repose, à stratification discordante, sur le calcaire néocomien, puis dans la vallée de Saint-Laurent, sur les divers autres étages de la craie, circonstances que M. Élie de Beaumont avait étudiées antérieurement avec le plus grand soin. La mollasse recouvre les sables rouges dans la vallée de la Bourne, et jusqu'à Pont-en-Royan, puis au-dessus de Saint-Marcellin et à Roche-Brune, où l'on y observe un banc de calcaire d'eau douce subordonné. Ces sables, qui ne sont, dit l'auteur (p. 329), que la partie inférieure du terrain tertiaire de la contrée, se voient encore entre Roche-Brune et Saint-Nazaire, où ils reposent sur le groupe néocomien. Aux environs de Ternay et de Communay, la mollasse est en contact avec les schistes micacés ou le terrain houiller. Les fossiles sont, en général mal conservés, quoique nombreux, et M. Albin Gras (2) y cite le *Pecten scabrellus*, Broc., *P. laticostatus*, Lam., *Echinolampas scutiformis*, Ag., *Balanus crassus*, Sow., *Patella conica*, des Huîtres, etc.

---

(1) *Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralurgique du département de l'Isère*, in-8, avec carte et coupes. Grenoble, 1844.

(2) *Description des oursins fossiles du département de l'Isère*, avec in-8, 6 pl. Grenoble, 1848.

La formation tertiaire supérieure, telle qu'elle a été caractérisée par M. Élie de Beaumont, sous le nom d'*alluvion ancienne*, occupe une grande surface au nord-est et à l'ouest du département de l'Isère. Elle est composée d'argile, de lignite et de cailloux roulés. Relativement aux gisements de lignite, M. Gueymard rappelle d'abord (p. 338) les travaux de M. Héricart de Thury et de M. Élie de Beaumont, puis un travail publié par M. Gras en 1839 (1) et dans lequel ce géologue, au lieu de placer tous les lignites sur le même niveau, y a reconnu deux assises distinctes : l'inférieure, comprenant la plupart des gisements exploités, et la supérieure, représentée par le lignite de Pommiers.

L'assise inférieure recouvre la mollasse. Elle a pour base une marne bleue alternant avec du sable et du gravier, et dont l'épaisseur est assez considérable. Les couches sont presque horizontales et au-dessus vient un banc de lignite d'une puissance de $0^m,25$ à $0^m,80$, et qui se rencontre dans une grande partie du plateau ondulé compris entre le Rhône et l'Isère. Le lignite est recouvert par une argile bleue, et la partie supérieure du dépôt est un poudingue de petits cailloux roulés agglutinés par du sable et du calcaire, sans stratification apparente et atteignant quelquefois une épaisseur de 20 mètres. Cette grande assise repose d'une manière complétement discordante sur la mollasse, et son origine lacustre est prouvée par la quantité de coquilles d'eau douce qu'on y trouve enfouies. C'est aux environs de la Tour-du-Pin qu'elle est le mieux développée, et les exploitations de lignite qui y sont ouvertes ne fournissent pas moins de 41,000 quintaux métriques de combustible par an.

Dans la vallée qui s'étend de Voreppe à Saint-Laurent on trouve plusieurs lambeaux de cailloux roulés adossés au groupe néocomien et souvent de 100 mètres d'épaissseur. On n'y remarque point de stratification bien prononcée, mais seulement quelques bancs de sable peu étendus, intercalés çà et là, et renfermant du lignite à Pommiers, trois kilomètres au nord de Voreppe. Il y a trois bancs de $0^m,22$ à $0^m,48$ d'épaisseur, séparés par deux lits de sable. Les caractères de ce lignite diffèrent essentiellement de ceux des gisements de l'assise inférieure. M. Gueymard a reconnu plusieurs autres localités analogues à celle-ci, et il y a constaté la présence d'une

(1) *Bull. de la Soc. de statistique de Grenoble*. 15 décembre 1839.

grande quantité de Lymnées, de Planorbes, de Potamides et d'Hélices brisés, altérés et souvent méconnaissables. D'après ce savant ces derniers dépôts se seraient formés dans une dépression des poudingues de l'assise inférieure, et la découverte qu'a faite M. Charvet (1), de dents de Mastodonte dans le lignite même de Pommiers, confirmerait l'opinion que le tout appartient à la formation tertiaire supérieure et non à l'époque quaternaire, comme quelques géologues l'ont pensé pour les lignites de la Tour-du-Pin qui sont encore plus bas (*antè*, p. 232); mais nous n'avons pas la même certitude quant à l'âge des tufs calcaires et des tufs de fer et de manganèse décrits aussi par M. Gueymard (p. 354).

M. Ch. Lory, dans un mémoire remarquable *sur le terrain secondaire des Alpes aux environs de Grenoble* (2), a mentionné, sous le nom de *formation des sables réfractaires et des argiles plastiques* dans les vallées intérieures des massifs secondaires du Dauphiné, le *premier terrain d'eau douce* ou *sables bigarrés* de M. Gras, qui correspond à notre étage des couches rouges inférieures au gypse de la Provence. Ces dépôts argilo-sableux, dit l'auteur, sont souvent placés entre le grès vert et la mollasse, ou bien reposent seuls immédiatement sur les inégalités soit du calcaire à *Chama ammonia*, soit du groupe néocomien inférieur, soit encore du grès vert. Ils constituent des amas isolés dans les grandes vallées et sur le bord des chaînes secondaires. Les caractères sont ceux qui leur ont été assignés par l'auteur de la *Statistique géologique du département de la Drôme;* car M. Lory les a étudiés d'abord dans ce département, puis dans celui de l'Isère, sur les bords de la Roize, près de Voreppe, dans le Royaunais où il n'y a que les sables de la partie inférieure, au Villars-de-Lans, où ce sont les argiles pures de la partie moyenne qui dominent, enfin au pied de la montagne de Roye où se montrent des marnes et des calcaires lacustres bien stratifiés. Le bassin de Lans offre seul la réunion de toutes les assises de cet étage.

Conclusion. A l'exemple de M. Gras, M. Lory rapporte cet ensemble argilo-sableux à la formation tertiaire inférieure, mais à un terme de la série, plus bas que celui auquel nous pensons qu'il appartient. En effet, si, comme cela est probable, toutes les couches rouges inférieures à la mollasse, et qui, à partir de la vallée de la Durance jusque

---

(1) *Bull.*, vol. XI, p. 396. 1840.
(2) Thèse présentée à la Faculté des sciences. Nantes, 1846

dans le nord du Dauphiné, reposent sur des roches secondaires, appartiennent au même horizon, elles sont plus récentes que le groupe des lignites de la vallée de l'Arc, etc., sur lequel elles reposent, et plus anciennes que l'étage du gypse qui les recouvre, dans les départements des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse et des Basses-Alpes, mais qui paraît manquer plus au N. dans ceux de la Drôme et de l'Isère, où l'on observe encore quelques traces des lignites de Manosque, de Forcalquier, etc. Partout où la mollasse surmonte l'étage du gypse, ou en son absence celui des roches rouges argileuses, sableuses et bigarrées, c'est toujours à stratification discordante. Or, la mollasse, ayant été regardée comme parallèle au grès de Fontainebleau, représente la formation tertiaire moyenne, et les couches sous-jacentes doivent être rangées dans la formation inférieure. D'un autre côté, cet étage des roches rouges, ou le groupe du gypse tout entier, ne constitue pas la partie la plus basse du terrain tertiaire du midi de la France, puisque nous avons vu au-dessous le groupe des lignites qui, d'après l'évaluation la plus faible n'aurait pas moins de 350 mètres d'épaisseur; par conséquent en plaçant le gypse de Provence sur le même horizon que celui du bassin de la Seine, comme beaucoup de géologues l'ont admis, on est invinciblement conduit à mettre l'étage des couches rouges ou panachées, sableuses, argileuses ou détritiques en parallèle avec les sables moyens et le calcaire grossier du nord, et à regarder le groupe des lignites qui est dessous comme synchronique de celui des sables inférieurs.

Ces rapports cependant seraient détruits, si l'on considérait la mollasse comme représentant seulement les faluns du bassin de la Loire, et alors rien n'empêcherait, comme on l'a proposé, que les couches rouges et l'étage du gypse placé dessus ne représentassent les sables de Fontainebleau et le calcaire lacustre supérieur du nord. Nous verrons plus loin quelles seraient les conséquences d'une quatrième opinion qui rapporte la mollasse à la période tertiaire supérieure ou sub-apennine, la première consistant, comme on l'a dit, à placer cette mollasse sur l'horizon du grès de Fontainebleau.

§ 3. France orientale.

M. Élie de Beaumont, dont les grands travaux ont depuis longtemps fixé l'âge de la mollasse de la Provence et du Dauphiné, et posé par conséquent les jalons les plus importants pour classer les

dépôts tertiaires qui l'ont précédée et ceux qui l'ont suivie, a remarqué que « la mollasse coquillière qui, près d'Arles, de Salon » et d'Avignon, ne s'élève qu'à 40 ou 50 mètres au-dessus de la » mer, et celle qui, près de Saint-Paul-trois-Châteaux ou à Puygi- » ron, à la Bâtie-Rolland et au Fort-des-Coquilles, près de Monté- » limart, s'élève à 200 ou 300 mètres plus haut, et celle enfin » qui, près de Saint-Donat, de Clavezon et de Baternay, atteint » une hauteur absolue de plus de 400 mètres, ont sans aucun doute » été formées sous une même nappe d'eau marine, et à une pro- » fondeur au-dessous de son niveau qui ne pouvait être très diffé- » rente, attendu qu'elle était très petite.

» Les Balanes de Lyon et de Saint-Fons ont dû aussi se déposer » à peu de distance au-dessous de la surface des mêmes eaux mari- » nes; mais leur élévation au-dessus de la mer n'est aujourd'hui que » de 200 mètres.

» On voit, d'après cela, que lorsqu'on se borne à embrasser, le » long du Rhône, une zone de peu de largeur, les coteaux de mol- » lasse coquillière, élevés de plus de 400 mètres au-dessus de la » mer, à l'est de Saint-Vallier, forment un point maximum de hau- » teur, à partir duquel le niveau de cette formation, après s'être gra- » duellement élevé depuis les rivages de la Méditerranée jusqu'à ce » même point, paraît redescendre vers le N.

» Cette seconde inclinaison, en sens inverse de la première, est » partagée, du moins en partie, par le dépôt de transport ancien » dont nous avons vu précédemment que la surface s'abaisse de plus » de 100 mètres depuis les coteaux de Saint-L[illegible] jusqu'aux plaines » voisines de Dijon, et même d'une quantité beaucoup plus grande » qui va à plus de 600 mètres (1). »

M. Fournet (2) a constaté aussi que, dans la ville de Lyon et aux environs, des lambeaux de mollasse ne s'élevaient pas à plus de 50 à 60 mètres au-dessus du niveau actuel de la Saône. Les vallées et toutes les parties basses ont dû être remplies, mais la mobilité de ce dépôt en a facilité la destruction sur beaucoup de points, depuis le Dauphiné jusque dans la Bresse et le Bugey. Nous avons déjà

(1) [illegible] p. 252. 1829.

(2) [illegible] *Mém.* [illegible] de *Lyon*, 1840. Voyez aussi A. Drian, *Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon*, p. 290, 481, etc., in-8, Lyon, 1849.

parlé (*antè*, p. 206) des calcaires lacustres placés sous le dépôt de cailloux roulés de la vallée de la Saône, et que nous avons rapportés à l'époque quaternaire, à cause de l'identité des coquilles signalées par M. Rozet avec des espèces qui vivent actuellement sur les lieux, et il en a été de même à l'égard des couches décrites par M. Canat (*antè* p. 208). Il en résulte un désaccord assez notable avec l'opinion que nous venons de rappeler de l'un des savants auteurs de la carte géologique de France; aussi regardons-nous la question comme ayant encore besoin de quelques éclaircissements, et n'avons-nous proposé qu'avec réserve ce changement basé sur des considérations tout à fait différentes de celles sur lesquelles l'opinion contraire a été établie.

M. Manès (1) paraît avoir adopté en partie cette dernière lorsqu'il a partagé en deux assises la formation tertiaire supérieure du département de Saône-et-Loire. L'assise inférieure, dans sa partie nord-ouest, est composée de sables micacés, d'argiles jaunâtres avec des nodules de chaux phosphatée et des veines d'argiles ferrugineuses passant au minerai de fer en grain. Sa puissance est de 5 à 8 mètres, et elle recouvre le grès houiller des environs d'Autun, à une altitude de 300 mètres. Sur les grès houiller et bigarré du bassin de Blanzy, à 300 et 340 mètres de hauteur absolue, son épaisseur est de 8 à 10 mètres, et elle est formée de cailloux siliceux avec des fossiles d'origine jurassique, de sables blancs purs, jaunâtres ou ferrugineux, de grès quartzeux, feldspathiques, d'argiles blanches réfractaires, d'argiles brunâtres ou jaunes avec minerai de fer et nodules de chaux phosphatée terreuse. L'assise supérieure (p. 161) est le grand dépôt de la plaine de Châlon, décrit précédemment comme quaternaire.

M. Bernard a donné une *Notice géologique sur le terrain de transport et les puits artésiens de la Bresse* (2) qui a fait connaître la composition des dépôts sableux, marneux, argileux et caillouteux dont a été remplie cette grande dépression à une époque peu ancienne (*antè* p. 209). A Saint-Martin-de-Bavel (Ain), la mollasse, dit M. Millet (3), renferme les coquilles les plus caractéristiques de la période moyenne. Elle existe également à Romagneux, et la ville de Belley est bâtie sur une assise de 100 mètres

(1) *Statistique minéralogique*, etc., *du département de Saône et Loire*, p. 158, in-8, avec carte. Mâcon, 1847.
(2) In-8. Bourg, 1842.
(3) *Bull.*, vol. VI, p. 177. 1835.

d'épaisseur qui en dépend encore. Plus à l'E., la mollasse exploitée sur les bords du lac du Bourget est en couches presque verticales. Aux environs de Seyssel, le Rhône coule entre des escarpements formés par cette roche imprégnée de bitume et remplie de coquilles marines. La partie supérieure est formée par des cailloux agglomérés.

D'après M. Puvis (1), le bitume demi liquide est extrait d'un grès tertiaire appartenant à la mollasse qui occupe une partie du bassin du Rhône, au-dessus duquel elle s'élève de 200 à 300 mètres. Le bitume a pénétré dans le grès après sa formation, et y est irrégulièrement disséminé, suivant la texture plus ou moins poreuse de la roche. Quant au calcaire asphaltique, il est bitumineux, brun, et exploité au-dessus de l'établissement de Pyrimont. Il constitue une masse très épaisse sans stratification distincte, et résulte de la pénétration du bitume dans un calcaire blanc, tendre et poreux, qui semble appartenir à la partie supérieure de la formation jurassique.

M. Rozet (2) a décrit aussi le gisement d'asphalte de Pyrimont, situé sur la rive droite du Rhône, au nord de Seyssel. Le calcaire asphaltique sort du milieu de la mollasse, sur un espace de 800 mètres de long et de 300 mètres de large. Dans la mollasse environnante, le bitume a pénétré en formant de grosses veines dont les galeries d'exploitation suivent toutes les sinuosités. Le calcaire contient 9 à 10 pour cent de bitume, et la mollasse 15 à 18. Ce bitume est, suivant M. Millet, composé de 60 à 70 de matière bitumineuse pétrolifère, et de 30 à 35 de charbon. L'introduction de cette substance serait, d'après M. Rozet, contemporaine des éruptions basaltiques qui ont été souvent accompagnées de phénomènes semblables dans d'autres pays. Le bitume aurait été sublimé des profondeurs du globe à travers une fente correspondant à la direction dans laquelle ce produit s'observe aujourd'hui, et il se serait condensé dans les roches supérieures poreuses.

M. Millet (3) pense au contraire que la pénétration du bitume a eu lieu de haut en bas ou de la surface à l'intérieur des roches,

---

(1) *Notice sur les mines de bitume et sur la fabrication du ciment asphaltique de Pyrimont.* (*Ann. des mines*, 3ᵉ sér., vol. VI, p. 179, 1834.) Voyez aussi pour l'analyse de ce bitume, *ibid.*, vol. XIII, p. 605, 1838.

(2) *Bull.*, vol. VII, p. 138, 1836.

(3) *Bull.*, vol. XI, p. 353, 1840.



que son apparition date de l'époque de la mollasse, et que les causes qui l'ont produite ont continué pendant que celle-ci se déposait. On trouve en effet des bancs imprégnés de bitume alternant avec d'autres qui n'en renferment pas, et reposant, à stratification concordante, sur l'oolithe coralline bitumineuse dont la masse cesse d'être imprégnée au contact d'un banc peu épais de calcaire compacte.

M. Duvernoy (1) a décrit des ossements d'un cétacé voisin des Dugons et des Lamentins, trouvés à Ræderdorf (Haut-Rhin), à quelques lieues de Bâle. Ils avaient été recueillis dans un calcaire marin faisant partie de la mollasse, et qui repose sur le calcaire jurassique. Ils étaient associés à des débris de Tortues, à des dents de Squales, et à des Modioles, Buccardes, Arches, Lucines, etc. Près de Bouxwiller (Bas-Rhin), le calcaire lacustre de Batsberg a présenté un crâne de Lophiodon et un fragment de petit pachyderme.

M. Daubrée (2) s'est occupé des dépôts de limon et de cailloux qui recouvrent la mollasse dans le département du Haut-Rhin, au sud d'Altkirch, et il les rapporte à la formation tertiaire supérieure, mais ils ne nous paraissent pas différer sensiblement des deux assises que nous avons vues occuper la plus grande partie de la vallée du Rhin, et que leurs caractères zoologiques obligeaient de placer dans le terrain quaternaire; aussi la relation admise par le savant ingénieur nous paraît-elle exiger encore des preuves plus directes pour être adoptée sans réserve. Il a fait connaître en outre le résultat de l'altération éprouvée par les cailloux granitiques de ce dépôt depuis sa formation, et les empreintes des galets calcaires qui recouvrent le minerai de fer pisolithique, particulièrement dans le voisinage de Roppe.

La position des couches bitumineuses et des lignites sur les marnes irisées, ou sur des roches plus anciennes, à Lobsann (Bas-Rhin), a été étudiée par M. Héricart de Thury (3). On observe de haut en

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. II, 2ᵉ livr. — *Compt. rend.*, vol. III, p. 407. 1836.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 165. 1848.

(3) *Notice sur les mines d'asphalte, de bitume et de lignite de Lobsann*, in-8. Paris, 1838. — Voyez aussi Schimper, sur plusieurs échantillons de *Chara* fossiles provenant des argiles de Lobsann et du terrain tertiaire de la Haute-Saône. (*Soc. d'hist. nat. de Strasbourg.* — L'*Institut.* 16 décembre 1846.)

sur des argiles marno-sableuses et ferrugineuses, du fer [illegible]-[illegible] jaunâtre, de l'ocre rouge et jaune, des calcaires spathiques avec des lignites bitumineux, du bitume, du sable argileux ou grès molasse bitumineux avec asphalte, pétrole et un poudingue siliceux, enfin de grandes masses d'argile marneuse et bitumineuse dont l'épaisseur n'est pas connue. Les coquilles lacustres se rencontrent dans les marnes calcaires, et tout le dépôt est d'origine d'eau douce. Six forages poussés à diverses profondeurs, depuis 15 jusqu'à 90 mètres, n'ont rencontré que des alternances de ces diverses roches, et l'eau s'est toujours maintenue à quelques mètres en contre-bas du sol.

Dans le forage de Haguenau, poussé à 250 mètres, on a traversé 200 mètres d'argiles vertes, bleues, grises, compactes et sablonneuses, avec quelques grès subordonnés, et des cailloux roulés alternant à plusieurs reprises (1); à 245 mètres, la sonde a rencontré une source salée jaillissante. Dans la commune de Schwabweiler, dix forages entrepris pour la recherche du bitume, comme à Lobsann, ont traversé jusqu'à 75 mètres d'argiles et de sables imprégnés de pétrole, mais sans beaucoup de succès, et il en a été de même à Oberbetschdorf et Birlenbach. Dans cette dernière localité, une nappe d'eau jaillissante a été rencontrée à 60 mètres au-dessous du sol.

§ 4. Résumé du terrain tertiaire de la France.

Si nous nous sommes arrêté aussi longtemps à décrire le terrain tertiaire de la France, ce n'est pas seulement parce qu'il y a été l'objet d'un plus grand nombre de travaux que dans la plupart des autres pays, mais encore parce qu'il y présente une série de phénomènes extrêmement variés et que la connaissance de la marche suivie dans son étude peut être utile aux observateurs futurs. Cette petite portion de la surface du globe suffit pour montrer combien étaient diverses et incessamment changeantes les causes qui ont présidé à la formation des dépôts de cette époque. Ainsi en comparant, sous le rapport de leur développement, de leur origine, et sous celui de leurs fossiles, les trois principaux bassins tertiaires dont nous nous

---

(1) Degousée, *Recueil manuscrit*. — *Guide du sondeur*. — *Compt. rend.*, vol. XII, p. 437. 1841. — Daubrée, *Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*. 5 avril 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 700. 1842. — *L'Institut*. 11 août 1842.

sommes occupé ; celui du nord, qui comprend les bassins hydrographiques de la Seine et de la Loire ; celui du sud-ouest qui embrasse les dépressions que parcourent la Garonne et l'Adour ; et celui du sud qui borde la Méditerranée et remonte la vallée du Rhône, nous voyons que le premier, le plus régulier et le plus compliqué des trois, est cependant celui dont les couches ont le moins d'épaisseur. Les formations inférieure et moyenne y sont parfaitement développées, mais la formation supérieure, si elle existe, y est mal caractérisée. Le second offre un ensemble de dépôts plus puissants et aussi variés dans leur composition ; il est plus complet à cause de la présence de la formation supérieure, mais sa base est encore mal connue. Quant au troisième, qui s'étend des Pyrénées orientales aux Alpes, l'épaisseur totale de ses assises paraît être plus considérable que celle des deux autres. La formation inférieure n'y est plus représentée par des sédiments marins comparables à ceux du nord et du sud-ouest, tandis que la formation supérieure y montre, au pied des Pyrénées et sur un petit nombre d'autres points, des couches semblables à celles des collines subapennines.

Relativement à leur origine et au mode de dépôt des matériaux qui les ont remplis, ces bassins offrent des différences non moins remarquables. Celui du nord est composé de trois groupes principaux de sédiments marins alternant avec deux groupes de sédiments lacustres. Dans celui du sud-ouest, on reconnaît que les eaux de l'Océan ont été remplacées au moins à trois reprises par des eaux douces, tandis que le bassin méditerranéen ne présente que deux groupes marins, dont un seul, celui de la mollasse, est très développé (1), et trois groupes lacustres, dont deux, qui se sont succédé sans intermédiaire, appartiennent à la formation inférieure, et le troisième paraît être parallèle au deuxième groupe marin.

Ces trois grands ensembles de dépôts alternativement marins et lacustres, qui ne se succèdent point dans le même ordre pour chacun d'eux, circonscrivent le massif central de la France que l'Océan n'a jamais recouvert, et à la surface duquel on trouve pres-

(1) Il est remarquable que la mollasse manque précisément au S., dans une grande partie de la Provence qui borde la mer actuelle, dans le bassin de Marseille, etc., disposition comparable à ce que l'on a vue dans le bassin de la Seine, dont les couches manquent lorsqu'on se rapproche de l'Océan au N.-O.

que partout des produits d'eau douce de divers âges. Les débris de grands mammifères qu'on y rencontre enfouis permettent de penser que les formations tertiaires supérieure et moyenne y sont représentées, mais jusqu'à présent aucune preuve bien décisive n'a été donnée de l'existence de sédiments lacustres appartenant à la formation inférieure.

CHAPITRE VII.

TERRAIN TERTIAIRE DE LA SUISSE ET DE LA SAVOIE.

Le terrain tertiaire de la Suisse et de la Savoie se rattache, vers le S., à celui du Dauphiné et de la Provence, et vers le N. à celui de la haute vallée du Danube. La ligne de partage des eaux de ce fleuve et du Rhin, au nord et à l'est du lac de Constance, nous servira de limite artificielle pour la description.

M. Thurmann (1) pense que les matériaux du *nagelfluh* ou poudingue des vallées du Jura proviennent des Vosges et de la Forêt Noire, et qu'à cette époque, suivant l'opinion de M. Boué, le mouvement général des eaux avait lieu du N. au S., ou en sens inverse de ce qu'il est aujourd'hui. M. de Collegno (2), qui a étudié le même poudingue au Rigi, s'est borné à constater sa postériorité aux premières dislocations de la craie, sur les couches verticales de laquelle il repose. Il a fait voir le peu de fondement de l'opinion de MM. Bertrand Geslin et Boué, qui plaçaient ces couches dans la formation crétacée, contrairement à celle de MM. Alex. Brongniart, Studer et Élie de Beaumont, qui les regardent avec raison comme de la période tertiaire moyenne. Dans le canton de Glaris, dit M. Escher de la Linth (3), le terrain tertiaire est représenté par la mollasse qui se divise en trois assises : l'inférieure, d'origine lacustre, la moyenne déposée dans des eaux marines, et la supérieure dans des bassins d'eau douce.

Entre les premiers dépôts crétacés et la mollasse, il y a eu, d'après

---

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 16. 1834. — Voyez aussi : P. Mérian. *Sur la distribution du terrain tertiaire dans le canton de Bâle.* (*Bericht ub. d. Verh. d. naturf. Ges. in Basel*, vol. II, p. 44. — *Ibid.*, p. 34. 1838.) — *Sur la présence du calcaire d'eau douce à Saint-Jakob.* (*Ibid.*, p. 39. 1838.) — P. Mérian, *Revue des acéphalés vivants et fossiles du musée de Bâle.* (*Ibid.* 1842. — Bâle, 1843, p. 101.) *Catalogue des animaux amphibies fossiles trouvés aux environs de Bâle*, p. H. de Meyer. (3ᵉ *Bericht*, etc., p. 40. 1836.)

(2) *Bull.*, vol. VI, p 111. 1835.

(3) *Gebirgskunde des Kanton Glarus.* Géologie du canton de Glaris, in-12, avec cartes et coupes. (Extrait de *Kanton Glarus*, par Oswald et J.-J. Blumer-Heer. Berne et Saint-Gall, 1846.)

M. Gressly (1), une interruption des dépôts sédimentaires dans le canton de Soleure, et lorsque la mer a de nouveau occupé cette surface, une multitude d'îlots de la formation jurassique s'élevaient au-dessus de son niveau. Les couches tertiaires qui reposent sur les diverses roches secondaires sont toutes de l'âge de la mollasse, que l'auteur rapporte, avec plusieurs géologues suisses, à la formation supérieure, et non à la formation moyenne, comme nous l'avons fait. M. Gressly distingue les dépôts marins et les dépôts lacustres, qu'il regarde comme du même âge, s'enchevêtrant les uns dans les autres, et prouvant la coexistence de bassins marins, d'eau saumâtre et d'eau douce. Des roches très différentes, telles que les grès, les sables, les marnes, les argiles, les conglomérats et des brèches de diverses sortes vinrent s'y déposer. Les fossiles y sont très inégalement répandus, quoique assez en rapport avec la nature minérale de ces roches. La mollasse marine se présente sous deux aspects, suivant qu'on l'étudie à des distances différentes de son ancien rivage. Ainsi, la bande littorale (*muschelsandstein*) est remplie de coquilles, mais l'auteur ne citant que les noms de genre n'a jeté aucune lumière sur l'âge réel de ces assises.

M. Studer, qui, dans un excellent travail sur le terrain tertiaire de la Suisse (2), avait donné une puissante impulsion à la géologie de son pays, n'a point négligé, au milieu de ses autres études, d'avancer encore la connaissance de ce terrain. Ainsi, dans son *Mémoire sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées entre les lacs de Thune et de Lucerne* (3), il a fait remarquer que, des deux côtés de la Falkenfluh, le nagelfluh plonge en sens inverse, et qu'au pied de cette chaîne, dans le fond de la vallée de l'Entlibuch, affleure la mollasse solide, reposant sur des marnes rouges ou bigarrées. Dans cette partie de la Suisse comme aux environs de

---

(1) *Observations géologiques sur le Jura soleurois.* (*Nouv. mém. de la Soc. helvétique des sc. nat.*, vol. I, p. 292. Neuchâtel, 1838.) — Voyez aussi : *Sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Argovie, et sur les soulèvements qu'ils ont éprouvés.* (*Neu. Jahrb.* 1845.)

(2) *Monographie der mollasse.* Monographie de la mollasse. Berne, 1825.

(3) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 380. 1839. — Voyez aussi : *Rigi und Urner See.* Carte géologique des cantons d'Unterwalden, de Schwitz et d'Uri. (C. de Léonhard, *Geologischer Atlas*, etc., in 8. Stuttgard, 1841.)

Vevay, la mollasse est inférieure aux poudingues ou nagelfluh. Entre la vallée de l'Aar et celle de la Petite-Emms, elle est recouverte aussi sur le versant nord par une masse de poudingue à cailloux de granite, de porphyre, de serpentine, d'amygdaloïde, de variolite et d'autres roches étrangères aux Alpes du pays. Les couches du poudingue s'enchevêtrent d'ailleurs avec celles de la mollasse, de manière à établir leur contemporanéité. Les points où se trouvent sur ce versant nord les fossiles caractéristiques de cette même mollasse, sont particulièrement Hutligen, Münzingen, Lucerne, Rothensee et Hutwil.

En considérant les mammifères fossiles de la mollasse, plusieurs géologues l'avaient placée dans la formation tertiaire moyenne; mais M. Studer, par l'examen des coquilles, la rapporte, comme M. Bronn, à la formation supérieure, ou des collines sub-apennines. Peut-être, ajoute-t-il, pourrait-on concilier les deux opinions, si l'on remarque la grande épaisseur de ce dépôt à la partie inférieure duquel sont les fossiles regardés comme de la période moyenne, tandis que les coquilles semblables à celles des marnes sub-apennines sont vers le haut. Les végétaux présenteraient des résultats analogues, les Palmiers de Kœppnach, de Bollingen et de Lausanne, annonçant un autre climat que les feuilles dicotylédones de Munzingen et d'OEningen. Cette opinion est d'ailleurs contredite par les faits indiqués ci-après (p. 761).

L'examen du versant méridional des collines de nagelfluh est beaucoup plus difficile que celui du versant septentrional. De Tschangneau au lac de Lucerne, les couches sont plus inclinées qu'au sud vers le lac de Thun, et il en résulte des chaînons très prononcés dont la direction est parallèle à la chaîne principale des Alpes. Ceux-ci se prolongent de l'autre côté du lac de Lucerne, vers le Rigi et le Rossberg. Sur ces derniers points le nagelfluh domine; tandis qu'à l'extrémité occidentale du groupe montagneux, il ne se montre qu'en couches subordonnées. Là où règnent presque exclusivement des grès semblables en tout à ceux du *Flysch* à Fucoïdes, « on a de la peine à se persuader, dit l'auteur (p. 383), » lorsqu'on se trouve parmi ces montagnes alpestres que les an- » ciens géologues classaient dans les grauwackes, que ce soit le » même terrain de mollasse qui, à quelque distance des Alpes, ne » présente que des masses friables et marneuses, et cependant, » continue-t-il, le passage est évident du grès dur et compacte à la » véritable mollasse, et l'alternance, assez fréquente des deux

» roches ne laisse aucun doute sur ce fait. » La distinction du nagelfluh du groupe du Rigi de celui de l'Emmenthal est confirmée à la fois par la nature des roches, par l'isolement de ce dernier massif montagneux, et par la direction des axes de soulèvement dans l'un et dans l'autre.

Les couches du Rigi s'enfoncent sous le système crétacé de la première chaîne alpine, comme dans les cantons de Fribourg et de Berne, ce qui s'expliquerait par une pression latérale venant de l'intérieur des Alpes et à la suite de laquelle les couches secondaires auraient été forcées de glisser sur celles qui les entouraient. Enfin, depuis Genève jusqu'au lac de Constance, on peut encore reconnaître que les fossiles trouvés sur le versant méridional de la mollasse sont tous d'eau douce, à l'exception de la localité de Gouggisberg.

Les dépôts tertiaires de la Suisse centrale, dit ailleurs le savant géologue de Berne (1), sont adossés contre les chaînes extérieures formées de craie, telles que celles du Pilate, du Sentis et du Ralligstæcke. La mollasse, qui pénètre dans toutes les grandes vallées du Jura manque dans celles de la même formation qui constituent le versant nord-ouest des Alpes, ainsi que dans les Alpes elles-mêmes. Dans la Suisse occidentale et le Chablais, la mollasse est en contact avec les chaînes arénacées et calcaires du macigno des Alpes et le groupe moyen de la formation jurassique. Comme dans le reste de la Suisse, elle touche également la chaîne crétacée des groupes néocomien et du grès vert. Dans le voisinage immédiat des Alpes les dépôts tertiaires atteignent jusqu'à 2000 mètres d'altitude; ils s'abaissent ensuite à mesure qu'ils s'en éloignent, et, au lieu de vallées de dislocation, ils ne présentent plus, en s'approchant du Jura, que des vallées d'érosion. La dureté et la solidité des roches diminuent aussi dans le même sens. Le nagelfluh ou gompholite, ou les conglomérats de cailloux arrondis se lient à la mollasse rapportée, comme on l'à déjà vu, à la formation tertiaire supérieure avec les lignites, les marnes bitumineuses à coquilles lacustres, palmiers et ossements de mammifères terrestres.

Dans des notes manuscrites, que M. Studer a eu l'extrême obligeance de nous adresser (2), ce savant ne met point en doute que la

---

(1) *Aperçu général de la structure géologique des Alpes.* (*Bibl. univ. de Genève*, mars 1842.) Voyez aussi : *Neu. Jahrb.* 1846. — *Bibl. univ. de Genève.* 1846.

(2) Avril, 1848.

mollasse de la Suisse ne soit, en général, identique avec les dépôts tertiaires moyens qui suivent le pied des Alpes, de la Savoie et de la Provence; mais il fait remarquer, d'une part, l'identité du plus grand nombre des coquilles de la mollasse avec celles des marnes sub-apennines, et, de l'autre, leurs différences essentielles avec celles de la colline de Superga, près de Turin, placée aussi dans la formation moyenne, d'où il conclut que les marnes sub-apennines sont plus rapprochées de la période de la mollasse qu'on ne l'admet généralement, et que, si l'on persistait à les en séparer, il faudrait considérer les couches de Superga, comme d'un âge intermédiaire entre les formations inférieure et moyenne. Une grande partie de la mollasse suisse est d'ailleurs d'origine lacustre, et paraît représenter les couches analogues que nous avons vues en Provence; mais M. Studer y réunit également les dépôts argilo-sableux et les conglomérats à fossiles d'eau douce, supérieurs à la mollasse marine, et par conséquent, dit-il, parallèles aux conglomérats des environs de Digne, etc., placés par les géologues français dans la formation tertiaire supérieure (1). Nous aurons occasion de revenir plus loin sur ces divers rapprochements.

Aux environs de Vevay, les éléments du nagelfluh deviennent de plus en plus fins, et la roche passe à la mollasse. M. Ansted (2) croit que ces couches qui atteignent 1000 à 1400 mètres d'altitude, et dont l'inclinaison varie de 15 à 50 degrés, ont été déposées sous des pentes considérables, et non horizontalement, ce qui les fait paraître beaucoup plus épaisses qu'elles ne le sont en réalité. Lorsque la vallée de la Suisse était sous les eaux, des bancs de sable

(1) Voyez aussi : Studer, *Neu. Jahrb.*, p. 232. 1841 — *Ibid.*, p. 198 et 306. 1843. — De son côté M. Agassiz (*a*) rapproche les fossiles de la mollasse suisse de ceux des faluns de Bordeaux et s'attache à prouver que même les dépôts tertiaires les plus récents n'offrent point d'espèces identiques avec celles qui vivent encore, assertion sans doute trop absolue, et que M. Bronn, comme beaucoup d'autres zoologistes éminents, n'a jamais admise. — Studer, *Observations sur une coupe à travers les Alpes de Lucerne.* (*Neu. Jahrb.*, p. 504. 1834. — A. Escher, *Description géologique du canton de Zurich.* (*Gemalde des Kanton Zurich.* Tableau du canton de Zurich, p. G. Meyer de Knonau. Zurich, 1843.)

(2) *On a portion*, etc. Sur une portion des formations tertiaires de la Suisse. (*Transact. philos. Soc. of Cambridge*, vol. VII, p. 141, 1839-1841.)

(*a*) *Sur les fossiles de la mollasse suisse.* (*Neu. Jahrb.*, p. [illegible]. 1843.)

accumulés rapidement sur le rivage furent élevés par des mouvements successifs jusqu'à la position qu'ils occupent aujourd'hui. Cependant l'auteur distingue, dans la partie méridionale de la mollasse suisse, trois lignes d'élévation parallèles au Jura, et attribue au soulèvement de cette dernière chaîne qui serait plus récent que celui des Hautes-Alpes une grande partie des caractères physiques que présentent aujourd'hui les collines tertiaires, opinion qui paraît être trop contraire aux faits connus pour offrir quelque probabilité.

M. Ansted indique ensuite, dans une coupe de Neuchâtel à la Chaux-de-Fonds, la disposition des couches lacustres qui ont rempli le petit bassin au milieu duquel se trouve la dernière de ces villes. C'est le fond d'un ancien lac sans issue, en partie occupé par des argiles, des marnes et des calcaires reposant sur une assise très puissante de mollasse appuyée elle-même sur la craie, laquelle recouvre à son tour les couches jurassiques supérieures. Dans la couche la plus élevée de la série qui surmonte le calcaire lacustre et qui se déposait alors que le lac était déjà changé en une sorte de marais tourbeux, on a recueilli des ossements d'*Anoplotherium*, de *Palæotherium*, de *Lophiodon*, d'Hippopotame, de *Cameleopardus*, d'*Equus*, de *Dinotherium*, d'Éléphant, de Rhinocéros, de Cerfs, de *Sus*, d'Ours et d'*Emys*. Ces fossiles, dont cinq espèces se trouveraient dans le bassin de la Seine, et dont les autres paraissent être plus récents, pourraient faire regarder le dépôt comme représentant les divers groupes de la formation moyenne du nord et du sud-ouest de la France.

M. Nicolet (1), à qui l'on doit un *Essai sur la constitution géologique de la vallée de la Chaux-de Fonds*, a décrit successivement la mollasse marine, sableuse, marneuse ou calcaire remplie de fossiles tertiaires (*Ostrea crassissima*, Lam., *O. cymbula*, id., *O. bellovacina*, id., *Pecten opercularis*, id., *P. elongatus*), mélangés avec des fossiles siliceux provenant des roches néocomiennes et du grès vert; puis, au-dessus, une marne sableuse, compacte et rouge, d'apparence lacustre, des marnes bleues, blanches ou noires,

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Neuchâtel*, vol. II, 1839.— Voyez aussi : Nicolet, *Note sur les ossements de Lophiodon et de Dicrocère*. (*Bull. de la Soc. d'hist. nat. de Neuchâtel*, p. 124. 1843-44.) — La dent rapportée d'abord par M. Duvernoy au genre Giraffe appartient à un Lophiodon, trouvé comme la plupart des autres fossiles dans le département du Gers. (*Ibid.*, n° 3. 1843.)

avec des coquilles d'eau douce et des calcaires de diverses couleurs. Les marnes supérieures à la mollasse, et auxquelles on a reconnu plus de 30 mètres d'épaisseur, sont surmontées par un calcaire lacustre qui occupe le milieu de la vallée dans toute sa longueur, et qui s'étend sur les dépôts du bassin de Locle. On y trouve des coquilles fluviatiles et terrestres, et il est recouvert à son tour par les marnes ossifères dont nous venons de parler. Ainsi, dans ce bassin resserré, le gisement des mammifères fossiles de la période moyenne est bien *au-dessus* des couches de la mollasse marine coquillière, et non *au-dessous*, comme l'admet M. Studer pour d'autres parties de la Suisse. On doit faire remarquer en outre que les coquilles que nous venons de citer, malgré leur petit nombre, présentent une association d'espèces qui peut faire douter de l'exactitude des déterminations.

Un autre petit bassin, assez semblable au précédent, et composé de mollasse marine à la base, puis d'une série de couches lacustres vers le haut, est celui d'Œningen, près du lac de Constance, connu depuis 1726 par la découverte de la Salamandre gigantesque (*homo diluvii testis* de Scheuchzer). Il avait été parfaitement décrit, en 1832, par M. Murchison (1), mais le célèbre géologue est revenu depuis sur ce sujet, à cause d'une méprise de M. H. de Meyer sur la position des couches à fossiles d'eau douce par rapport à la mollasse sous-jacente (2). A cette occasion, M. R. Owen (3) a fait connaître les caractères d'un mammifère carnassier signalé depuis longtemps dans cette localité. M. T. Bell (4) avait publié auparavant des observations sur la *Chelydra Murchisonii* provenant des mêmes couches, et M. H. de Meyer plusieurs notices sur divers autres fossiles (5).

Dans un premier mémoire sur les insectes fossiles des dépôts

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 275. — De la Bèche. *Manuel géologique*, traduct. française, p. 252.

(2) *Quart. journ. geol. Soc. of London*, vol III, p. 54. 1846.

(3) *Ibid.*, p. 55.

(4) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 389. 1836.

(5) *Note sur trois rongeurs fossiles d'OEningen.* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 53.) — *Id.*, *sur le* Grapsus speciosus. (*Ibid.*, 1844, p. 690.) — *Id. sur les animaux fossiles d'OEningen.* (*Ibid.*, 1843, p. 579 et 701. — *Ib.*, 1844, p. 330.) — Oken, *sur la carrière d'OEningen et ses fossiles.* (*Isis*, 1840, p. 282.) *Mastodon turicensis*, *Anœma? Chelydra Murchisonii*, et trois individus de la Salamandre gigantesque.

d'Œningen et de Radoboj en Croatie, M. Oswald Heer (1) a mentionné 101 espèces de coléoptères de la première de ces localités, 14 de la seconde, 3 de Punchlug et 2 du Rhône supérieur; une seule se trouve à la fois à Œningen et Radoboj. Les 101 espèces d'Œningen sont réparties dans 68 genres et 34 familles. 51 de ces genres ont encore des représentants en Suisse; 4 n'ont pas pu être bien déterminés; 5 qui manquent dans la faune actuelle appartiennent au midi de l'Europe; 1 se retrouve dans l'Amérique du Nord et 7 sont éteints. Ces derniers distinguent particulièrement les coléoptères tertiaires de ceux de la faune actuelle, et ils appartiennent à 6 familles différentes. Un autre caractère propre à cette faune est le nombre des Buprestes et des Hydrophiles, tandis qu'aujourd'hui ce sont les Dytiques qui dominent dans les eaux douces de l'Europe. En général, les coléoptères d'Œningen se rapprochent davantage de ceux de l'Europe méridionale ou de la zone méditerranéenne que de ceux de l'Europe centrale, et quelques formes américaines s'y trouvent associées.

D'après M. Alex. Braun (2), toutes les plantes fossiles de ce même bassin sont des végétaux de marais ou des végétaux ligneux. Parmi ces derniers, il y a 44 espèces, dont 3 conifères et 38 dicotylédones. Les plantes aquatiques comprennent 11 espèces. 24 n'ont plus leurs analogues en Suisse et auraient été retrouvées au Mexique et au Japon.

Une flore fossile qui a la plus grande ressemblance avec celle d'Œningen a été signalée par M O. Heer (3) dans une marne bleue grisâtre qui recouvre le lignite dans la vallée du Rhône supérieur. Au-dessous de la couche charbonneuse est un autre lit de marne renfermant aussi des empreintes végétales, mais moins bien conservées. Des grès grossiers s'observent à la base et à la partie supérieure du dépôt. L'auteur a recueilli 58 espèces de plantes. Ce sont surtout les feuilles qui étaient dans un état parfait de conser-

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 161. — *Quart. journ. geol. Soc. of London*, n° 11, p. 60 des *Notices*. 1847. — *Die Insekten Fauna der tertiar Gebilde von OEningen und von Radoboj in Croatien*, vol. I, in-4, avec 8 planches.

(2) *Neu. Jahrb.* 1845. — *Bull.*, 2e série, vol. II, p. 640. — Un premier catalogue contenant 36 espèces de plantes avait été donné précédemment par le même naturaliste. (*Neu. Jahrb*, 1838, p. 310.)

(3) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 369. — *Quart. journ. geol. Soc. of London*, n° 16, 1er nov. 1848, p. 64 des *Notices*.

vation, mais il y avait aussi des fruits et même des fleurs. Ces plantes qui appartiennent à 21 familles sont réparties dans 39 genres. On y remarque principalement des fougères (*Aspidium*, *Polypodium*, *Pteris*), 3 espèces de cyprès, 2 *Taxodium*, qui se retrouvent à Œningen, 3 chênes, 11 saules, 6 érables, etc.; 24 de ces genres ont encore des représentants dans la flore actuelle du pays; les autres appartiennent à une zone plus méridionale. Tous ont vécu sur le lieu où on les trouve enfouis et n'ont pas été charriés de pays environnants. Malgré la parfaite analogie de ces végétaux avec ceux d'Œningen, on y remarque l'absence des peupliers si communs dans ce dernier bassin. Les couches d'Œningen appartenant aux sédiments lacustres supérieurs à la mollasse font voir qu'il y avait eu peu de changements climatologiques pendant cette période, puisque le lignite du Rhône supérieur, dont la flore est si semblable, a été rapporté par M. A. Escher de la Linth, d'après l'inclinaison des strates, à la partie inférieure de la même formation. Aucune comparaison ne paraît encore pouvoir être établie avec les couches de Kæppnach ou avec celles des environs de Rufi, sur le Schamisberg, les plantes de ces dernières localités n'étant point déterminées.

Avant de passer à l'examen du bassin du Léman nous résumerons encore un Mémoire récent de M. A. Escher de la Linth (1), relatif à l'ensemble des couches tertiaires de la Suisse orientale. L'auteur pense que, lors du dépôt de la mollasse, la vallée suisse avait à peu près sa forme actuelle, puisque ses couches se trouvent dans les dépressions que nous voyons aujourd'hui, telles que les vallées longitudinales du Jura. Les Alpes étaient élevées aussi, puisqu'on n'observe pas de mollasse dans leurs vallées.

Les premiers sédiments déposés sur ce fond inégal sont d'origine lacustre; ce sont des marnes rougeâtres, des grès, des gompholites, quelques calcaires, et des bancs de lignite disséminés çà et là. On y trouve des *Unio*, des Planorbes, des Paludines, des Mélanies, des Lymnées, des Hélices et des feuilles de *Chamærops*. Ces couches ont été traversées sur une épaisseur de 260 mètres dans le puits foré d'Eglisau (canton de Zurich). Les couches marines qui viennent au-dessus ont, aux environs de Berne, plusieurs milliers de pieds

(1) *Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, n° 7, mai 1847. — Nous devons l'analyse de ce travail à l'obligeante collaboration de notre savant confrère M. Ch. Martins.

d'épaisseur, et se prolongent fort loin vers le S.-O., tandis qu'au N.-E. une autre bande s'étend entre la Reuss et le Rothsee, près Lucerne, et de Hérisau à Rorschach, dans les cantons d'Appenzell, de Saint-Gall et de Thurgovie. Ces deux bandes, qui se continuent probablement sous la vallée, sont partout masquées par un troisième étage, qui paraît être lacustre, et dont la stratification est horizontale.

Quant à la mollasse située entre les Alpes calcaires et une ligne passant par Lucerne, le lac d'Egeri, Kaltbrunnen (Saint-Gall) et Trogen (Appenzell), elle plonge vers les Alpes, et son âge n'est pas connu, car on n'a trouvé nulle part les couches marines qui séparent les deux étages d'eau douce précédents. Ces derniers ne peuvent être distingués non plus l'un de l'autre par des fossiles propres. Ceux qu'on y trouve montrent tous l'existence d'un climat chaud, et les empreintes de Palmiers se rencontrent jusque dans les couches les plus élevées. Il est probable, néanmoins, que cette mollasse soulevée appartient à l'étage inférieur, qui est en contact avec le calcaire jurassique. Les Cycadées, *Taxodium* et *Salix*, ainsi que les coquilles terrestres et lacustres, se trouvent à la fois dans les deux étages, et leur mauvais état de conservation n'en a pas encore permis une détermination spécifique rigoureuse.

Enfin les cailloux roulés du nagelfluh étant composés de roches inconnues dans les Alpes et la Forêt-Noire, M. Studer a supposé qu'il y avait autrefois sur le versant septentrional des Alpes, comme aujourd'hui sur leur pente méridionale, une bande de roches cristallines qui a disparu en fournissant les éléments du nagelfluh.

Ce nouveau mémoire de M. E. de la Linth, qui n'est accompagné ni de cartes ni de coupes stratigraphiques, ne semble donc pas jeter de nouvelles lumières sur l'âge du terrain tertiaire de la Suisse. On doit regretter aussi que le savant naturaliste n'ait pas cherché à relier, par une comparaison attentive de tous leurs caractères, les portions, soit dérangées, soit incomplétement développées, de ces dépôts avec celles encore en place, dont la stratification est régulière, et dont les diverses assises, bien distinctes géologiquement, sont également bien caractérisées par leurs fossiles. Ces petits bassins de la Chaux-de-Fonds et d'Œningen, mis en parallèle avec ce que nous allons indiquer dans le bassin de Genève, qui se rattache à la Savoie et au midi de la France, doivent offrir de précieux points de repère pour tracer plus nettement la vraie position des couches dans les espaces intermédiaires.

Dans le bassin du lac de Genève la *mollasse rouge*, ou mollasse marine, est rarement visible, et M. Necker (1) a décrit, sous le nom de mollasse d'eau douce ou supérieure, un grès blanc, grisâtre ou jaunâtre à ciment argileux, quelquefois exclusivement calcaire. Les empreintes végétales qu'on y observe paraissent avoir appartenu à des arbres qui vivent encore dans le pays. Ces grès alternent avec des marnes grises, bleues, noires ou jaunes. On y trouve aussi subordonnés, du gypse grenu ou compacte en couches ou en amas et du calcaire fétide bitumineux dans le voisinage du lignite. Ce dernier forme des lits minces; il est sec et ressemble à une houille schisteuse ancienne. Les coquilles fluviatiles et terrestres sont fréquentes dans les calcaires précédents et même dans les couches de combustible. Ces fossiles, comme les diverses substances que nous venons d'indiquer, manquent dans ce que l'auteur nomme la *mollasse rouge*. En résumé, on peut, dit-il (p. 477), établir trois assises dans ces dépôts lacustres : l'assise supérieure, comprenant des grès vers le haut et des marnes vers le bas; l'assise moyenne, renfermant les marnes, le lignite, les calcaires et de nombreux fossiles; l'assise inférieure, caractérisée par le gypse et les marnes qui l'accompagnent. Ces trois assises n'ont pas d'ailleurs une épaisseur régulière ni constante, les unes se développant aux dépens des autres, ou bien paraissant ailleurs manquer tout à fait.

La superposition de cet étage lacustre à la mollasse rouge est immédiate à Chambeisy, au mont d'Avranchet, à Cologny et partout où il occupe le haut des coteaux dont la mollasse rouge forme la base. Au mont d'Avranchet la superposition est contrastante, et M. Necker pense que les couches rouges ont été ravinées avant les dépôts lacustres qui les ont recouvertes, ce qui annoncerait deux périodes distinctes, outre que le ciment de la mollasse rouge est argileux, et que celui de l'étage supérieur est entièrement calcaire. Entre Lausanne et Vevay une disposition particulière des couches paraît laisser encore quelque incertitude à l'auteur, car il dit : L'assise moyenne des dépôts lacustres repose sur une mollasse grise très épaisse, et tout l'étage semble former une grande masse régulière intercalée dans l'étage marin, c'est-à-dire reposant sur des couches de mollasse rouge et recouverte ensuite par des bancs appartenant à la même mollasse. Nous allons voir que cette disposi-

(1) *Etudes géologiques dans les Alpes*, vol. I, p. 375. Paris, 1841.

tion est au contraire parfaitement normale et s'accorde avec les résultats obtenus par d'autres géologues.

Dans ses *Considérations géologiques sur le mont Salève*, M. A. Favre (1) a distingué deux étages tertiaires : la *mollasse rouge*, et au-dessus la *mollasse d'eau douce*. Dans le nord du canton de Vaud, dit-il, la *mollasse à coquilles marines est superposée à la mollasse d'eau douce*, et la mollasse rouge repose sur un poudingue ou grès grossier peu développé, recouvrant le groupe crétacé néocomien. Les éléments de ce poudingue sont des nodules siliceux de calcaires néocomiens ou jurassiques, dont la grosseur atteint quelquefois le volume de la tête. Les grès sont compactes ou bréchiformes, et renferment des noyaux de feldspath, etc. Aux environs de Genève, la mollasse rouge est inférieure à celle d'eau douce, comme on vient de le dire, et ne renferme point de fossiles. Cependant c'est dans cet étage que M. Necker place les feuilles de *Chamærops* ou *Flabellaria* des environs de Vevay.

La mollasse entoure complétement le mont Salève et toutes ses couches sont redressées jusqu'à la verticale. Les collines qui circonscrivent le bassin de Genève sont d'ailleurs formées encore de mollasse plus ou moins inclinée. M. R. Blanchet (2) a donné aussi une description des caractères minéralogiques et géographiques par zones de la mollasse d'eau douce des environs de Vevay, mais la disposition stratigraphique ou les rapports des diverses assises ne semblent pas avoir été exposés avec toute la clarté désirable. Ce naturaliste a particulièrement indiqué les mammifères fossiles découverts dans ce pays. Ce sont : 2 *Rhinoceros*, 2 *Hyotherium*, 1 *Pachyodon*, 1 *Palæomeryx*, puis des Tortues (*Emys* et *Trionyx*), le nouveau genre *Trachyaspis* (H. de Meyer), des dents de *Lamna*, etc.

On vient de voir que M. Favre plaçait la mollasse d'eau douce entre la mollasse rouge et la mollasse marine ; et en effet, lorsque plus loin il recherche la succession des phénomènes qui ont eu lieu aux environs de Genève, il dit que le mont Salève, après un second soulèvement, formait une île habitée par les pachydermes ; les *Chamærops* végétaient à sa surface, et au commencement de cette période la mollasse rouge se déposa en couches horizontales.

(1) In-4, p. 58. Genève, 1843.

(2) *Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevay. Aperçu de l'histoire du terrain tertiaire du canton de Vaud.* Vevay, 1843. — *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 593. 1845.

La mollasse d'eau douce se forma dans les dépressions de la précédente plus ou moins ravinée et dénudée; puis le grès marin (mollasse marine) est venu à son tour la recouvrir sur certains points; enfin un troisième soulèvement donna au Salève et aux collines de mollasse leurs formes actuelles.

Cette classification diffère donc à la fois de celle de M. Necker, qui regardait la mollasse rouge comme ne faisant qu'un tout avec la mollasse marine, et plaçait au-dessus tous les dépôts lacustres du bassin de Genève, et de celle des autres géologues suisses, qui pour la vallée principale et les petits bassins qui s'y rattachent, du Jorat au lac de Constance, font reposer la mollasse marine, dans certains endroits, sur les roches secondaires, dans d'autres sur des couches d'eau douce; puis viennent le nagelfluh alternant souvent avec la mollasse, et les dépôts lacustres réguliers Cherchons actuellement quelles peuvent être pour le bassin de Genève les conséquences de ces diverses opinions.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit du groupe du gypse dans la Provence et le Dauphiné, où nous l'avons divisé en deux étages, l'un inférieur, reposant sur le grès vert ou sur des roches plus anciennes, composé de couches rouges, sableuses, argileuses et de poudingues toujours sans fossiles, et le supérieur, comprenant du gypse, puis des lignites et des calcaires lacustres avec une grande quantité de coquilles d'eau douce et des ossements de mammifères terrestres, on retrouvera, d'après la manière de voir de M. Favre, le premier dans la mollasse rouge du bassin de Genève, et l'équivalent du second dans la mollasse d'eau douce, caractérisée de même et renfermant les mêmes substances. Cette dernière est recouverte aussi par la mollasse marine, prolongement de celle que nous avons suivie depuis les bouches du Rhône, surmontant le groupe de gypse, souvent atténué et rendu méconnaissable dans cet espace et qui ne dépasserait pas au nord le bassin du Léman (1), de la même manière que le groupe inférieur des lignites de la Provence s'arrête au bassin de l'Arc. La mollasse marine, au contraire, continue à s'étendre dans la grande vallée de la Suisse, pénètre dans quelques dépressions de la chaîne du Jura, se prolonge au

(1) Si l'on admet cependant avec M. E. de la Linth que la mollasse marine soit entre deux étages d'eau douce, le plus ancien de ceux-ci pourrait représenter le groupe du gypse dans la grande vallée suisse, où il a été reconnu.

N. sur les bords du lac de Constance pour passer au delà dans le bassin du Danube. Ici encore la mollasse est recouverte par des poudingues (nagelfluh) et par des dépôts lacustres réguliers correspondant aux couches de même nature qui occupent une position analogue dans le Dauphiné et la Provence.

D'après l'opinion contraire, la mollasse rouge étant, dans le bassin du Léman, sur l'horizon de la vraie mollasse marine, ne peut être mise en parallèle avec les couches rouges précédentes placées bien plus bas dans la série, et qui doivent par conséquent cesser tout à fait avant d'atteindre ce bassin, où la formation tertiaire inférieure n'aurait alors aucun représentant, comme l'ont admis la plupart des géologues qui se sont occupés de cette question.

Un dernier jalon, placé comme intermédiaire entre la Provence et la Suisse, et qui nous reste à examiner, peut être invoqué en faveur de la première hypothèse, mais il est facile de voir aussi qu'il n'a rien d'incompatible avec la seconde. En effet, M. Chamousset (1) divise comme il suit le terrain tertiaire de la Savoie: 1° *Formation tertiaire supérieure*, composée de sables, de cailloux, d'argiles avec des Planorbes, des lignites, des feuilles, des cônes de sapins, des élytres d'insectes, etc.; la stratification en est toujours plus ou moins régulière et presque horizontale; 2° *Formation tertiaire moyenne*, comprenant la mollasse marine avec des dents de Squales, des Peignes, etc., et généralement inclinée dans le voisinage des roches plus anciennes; 3° *Formation tertiaire inférieure*, renfermant des marnes et des argiles rouges, bleues et bigarrées, dont l'analogie avec celles des environs d'Aix avait depuis longtemps frappé M. Élie de Beaumont, et qui sont recouvertes immédiatement par les couches marines de la mollasse précédente. A 100 mètres audessous de celle-ci, se montrent des veines blanches de gypse intercalées dans la marne, puis des calcaires marneux et sableux, séparés par des marnes à coquilles d'eau douce et quelques traces de lignite. La puissance de cette formation atteint près de 1000 mètres. Dans le voisinage de Vimines, on exploite depuis longtemps un marbre brèche qui a la plus grande analogie avec la *brèche du Tholonet*.

Ces divers faits ont été complétement vérifiés lors de la réunion de la Société géologique à Chambéry (2). Ainsi on a reconnu, en suivant le ruisseau de Saint-Cassien, que les couches rouges re-

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 484. 1842.
(2) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. I, p. 601. 1844.

posent à stratification concordante sur les calcaires crétacés avec *Chama ammonia*, et que, sur les plateaux, elles s'étendent indifféremment sur les diverses assises du groupe néocomien. La base de la mollasse (p. 752), au nord du lac du Bourget, est un conglomérat à pâte de grès semblable aux grès tertiaires des environs, et qui paraît marquer en cet endroit l'ancien rivage de la mer. M. Davat (1) a fait voir que la mollasse et les grès marins reposaient tantôt sur les diverses roches néocomiennes, tantôt sur les marnes et les argiles rouges précédentes, et que, quoique ayant participé au soulèvement de ces dernières, leur superposition transgressive n'était pas moins évidente. Des lignites exploités à Sonaz sont subordonnés au terrain tertiaire supérieur ou *terrain de transport ancien* de M. Élie de Beaumont; ils appartiennent à des dépôts composés d'argile, de sable, de gravier, de bancs remplis de coquilles lacustres et de bancs charbonneux, dont les végétaux sont ceux de l'époque actuelle. Nous retrouvons par conséquent ici l'horizon principal des lignites du département de l'Isère, dont les environs de la Tour-du-Pin nous ont présenté le type le plus complet.

Il ne paraît donc plus y avoir d'incertitude possible sur l'extension et la continuité des divers groupes que nous avons reconnus dans la Provence, à partir de celui des lignites, avec ceux que nous avons mentionnés en remontant vers le N., dans le Dauphiné et la Savoie, et même dans le bassin du Léman, suivant une des opinions que nous avons rapportées. Seulement en Savoie, l'étage du gypse avec ses lignites est très atténué, ou méconnaissable, comme dans le Dauphiné, tandis que celui des couches rouges prend un très grand développement. La classification adoptée pour le département des Bouches-du-Rhône se soutient par conséquent des bords de la Méditerranée au nord du lac de Constance, en remarquant toutefois, comme on l'a déjà dit, que le groupe des lignites inférieurs ne s'étend pas au nord du bassin de l'Arc, que celui du gypse et des couches rouges s'arrête à la limite sud, ou à la limite nord du bassin du Léman, à moins qu'on n'admette comme son équivalent certaines couches que nous avons signalées au delà, tandis que la mollasse marine constitue un horizon constant de la

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 748. 1844. — Voyez aussi : Billiet, *Sur le lignite de Sonaz.* (*Bibl. univ. de Genève*, vol. XXIV, p. 36.) — Id., *Sur les environs de Chambéry.* (*Mém. de la Soc. académique de Savoie*, vol. I, p. 135.)

Provence jusqu'en Bavière, et qu'il en est de même de la formation tertiaire supérieure, représentée le long de cette ceinture occidentale des Alpes par des dépôts d'eaux douces tranquilles ou torrentielles.

Si l'on considérait, au contraire, la mollasse marine des parties occidentale et centrale de la grande vallée suisse comme plus récente que les couches si fortement disloquées, et même renversées, qui longent le pied nord-ouest des Alpes dans la même vallée, et comme parallèle aux marnes sub-apennines, ainsi que le pensent sir R. I. Murchison (1) et plusieurs géologues suisses, il faudrait d'abord établir, ou la non-contemporanéité de la mollasse marine de la Suisse avec celle du Dauphiné et de la Provence d'un côté, et avec celle de la vallée du Danube de l'autre, ou bien que ces deux dernières sont aussi de la période tertiaire supérieure, et ensuite rechercher l'âge du grand dépôt de cailloux roulés avec argile et lignite qui la recouvre transgressivement dans la Provence et le Dauphiné. Ce dépôt serait alors quaternaire et postérieur au dernier soulèvement des Alpes. Or sa stratification ne permet pas une pareille conclusion. En outre, il existe dans le Languedoc le véritable équivalent marin des marnes sub-apennines, bien distinct de la mollasse, et celle-ci est également recouverte dans la Provence et plus au N. par des dépôts lacustres fort étendus qu'il n'y a aucun motif de placer dans le terrain quaternaire. Enfin une dernière conséquence de cette manière de voir, qui ne nous paraît pas encore établie sur des preuves suffisantes, serait de replacer dans la formation moyenne, et cela indépendamment de toute autre considération, le groupe du gypse avec ses couches rouges, ce qui s'accorderait d'ailleurs avec une opinion déjà exprimée, et de ne plus laisser dans la formation inférieure que le groupe des lignites du petit bassin de l'Arc (2).

---

(1) *London, Edinb. and Dublin philos. Magaz.* Mars 1849.

(2) Voyez aussi : Studer, *Résultats d'un voyage dans la Provence, l'Italie*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 232.)

Notes additionnelles. 1° MM. Lartet et Rozet ont signalé des cailloux calcaires du nagelfluh de Saint-Saphorien (pays de Vaud), et de Seyssel (Ain), qui portent des empreintes d'autres fragments de roche roulés (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 196 et 339. — *Ibid.*, 1843, p. 296). — MM. Wissmann et Escher ont observé le même fait dans le nagelfluh de Saint-Gall, d'Appenzell et de Zurich (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 450). — M. K. Blum a étendu ces remarques à des cailloux de granite, de syénite, de gneiss, etc., dont les anfractuosités auraient été produites par des cailloux calcaires (*Neu. Jahrb.*, 1840,

p. 525). — Voyez sur le même sujet : Daubrée, *antè*, p. 751. — M. P. Mérian a mentionné une terre mangeable près d'Oberburckbernheim (*Bericht ub. d. Verh. d. naturf. Ges. in Basel.* 1842. Bâle, 1843, p. 100).

2° *Paléontologie*. Schinz, *Sur quelques nouvelles découvertes d'ossements fossiles en Suisse* (*Schweitzerische zeithsch f. nat. Heilk.*, par Pommer, vol. I, p. 239. 1834). — H. de Meyer, *Espèces de mammifères, de reptiles et d'oiseaux de la mollasse suisse* (*Neu. Jahrb.*, 1839 p. 1 et 699. — *Ib.*, 1840, p. 583. — *Ib.*, 1841, p. 103. — *Ib.*, 1842, p. 101 et 584. — *Ib.*, 1844, p. 332 et 566). Cette faune renferme les genres *Mastodon*, *Dinotherium*, *Rhinoceros*, *Palæotherium*, *Tapir*, *Microtherium*, *Cervus*, *Palæomeryx*, *Orygotherium*, *Chalicomys*, *Hyotherium*, *Halianassa*, *Pterodon*, *Emys*, *Testudo*, *Trionyx*. — Id. *Sur les restes de tortues fossiles* (*Trachyaspis Lardyi*, *Trionyx Clemmys*, *Testudo*) *de la mollasse du pays de Vaud* (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 698). — Id. *Aetobatis arcuatus dans la mollasse de Berne* (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 336). — Id., *Sur divers fragments d'animaux éteints de la mollasse de Soleure* (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 557 et 675. — 1841, p. 97. — 1843, p. 700).



CHAPITRE VIII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'ITALIE ET DES ILES VOISINES.

Quoiqu'il eût été facile de décrire stratigraphiquement les formations tertiaires de l'Italie et des îles voisines, surtout avec l'aide de la carte géologique que l'on doit aux recherches de de M. H. de Collegno (1), nous avons pensé qu'il serait plus commode pour le lecteur de suivre l'ordre des divisions politiques ou administratives, assez en rapport d'ailleurs avec les caractères orographiques du sol. Nous parcourrons ainsi les divers États de la péninsule, du N.-O. au S.-E., et les îles situées au sud, depuis la Sicile jusqu'aux îles Baléares, de manière à être ramené à la péninsule Ibérique, dont l'examen terminera l'étude de l'Europe occidentale et méridionale.

§ 1. Lombardie et Vénétie.

On sait que c'est aux nombreux travaux de J.-B. Brocchi, travaux pleins de sagacité, résumés pour la plupart dans sa *Conchyliologie fossile sub-apennine*, qu'est principalement due la connaissance du terrain tertiaire de l'Italie ; depuis lui, les observations de détail se sont multipliées, mais peu de vues d'ensemble ont été émises avec autant de faits pour les appuyer et un esprit aussi juste et aussi éclairé pour les apprécier.

M. F. de Filippi (2) a signalé les couches tertiaires supérieures de la colline de S. Colombano, sur la rive gauche du Pô, et qui se prolongent sur le territoire de Lodi ; puis il a rappelé les opinions de Breislack, de Valisnieri, d'Olivi et de Brocchi sur l'absence de ces dépôts coquilliers dans la plaine de la Lombardie, le

(1) *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*. Paris, 1844.
(2) *Bibl. italiana*, août et sept. 1834, p. 275.

long des pentes alpines opposées à celles de l'Apennin, où ils sont si bien développés. A Varese cependant et à Maggiore (1) on remarque des lambeaux de marnes bleues avec des coquilles, mais le plus ordinairement le sol est occupé par des graviers et des poudingues plus récents (*antè*, p. 232). L'auteur passe ensuite à diverses considérations sur les circonstances physiques qui ont présidé à la distribution des sédiments tertiaires et à celle des sables, des cailloux roulés et des poudingues qui leur ont succédé. Une coupe idéale de la vallée de la Lombardie, depuis Stradella, Pavie et Milan jusqu'au pied des Alpes, résume ses idées à ce sujet.

Les calcaires lacustres des provinces vénitiennes avaient été décrits par M. A. T. Catullo (2), qui s'en est occupé de nouveau dans son *Traité sur la constitution géognostico-physique des terrains alluviens et diluviens* de ces mêmes provinces (3). Dans les vallées de Vezzano et de Faggian entre autres, à deux milles de Bellune, ce sont des roches tendres, pulvérulentes, d'un blanc cendré, presque exclusivement calcaires et sans stratification distincte. Celle de Campovere, employée dans les fabriques de faïence, a l'aspect de la craie blanche : c'est la *cretone* d'Alduini.

Dans la province de Venise, la formation tertiaire moyenne recouvrant la *scaglia* est surmontée çà et là de dépôts sub-apennins, dont une bande, dit M. Pasini (4), s'étend de la Brenta au Frioul, sur une longueur de 40 milles. Les roches calcaréo-psammitiques du lac d'Iseo et du Bergamasque, qui ressemblent assez au macigno des Apennins, sont de la période tertiaire moyenne.

En 1829, M. Murchison (5) avait avancé que la parfaite concordance des strates secondaires et tertiaires, tant du canal de la Brenta que des environs de Passagno, prouvait que les deux terrains avaient participé simultanément aux grandes dislocations qui soulevèrent les Alpes du Tyrol, et ce savant ne pensait pas que le soulèvement du terrain secondaire eût précédé celui du terrain ter-

(1) *Sulla costituzione*, etc. Sur la constitution géologique des collines de la Lombardie. Milan, 1839. — *Ann. univers. de statistique*, etc., fév. 1839.

(2) *Bibl. italiana*, août et septembre 1834, p. 275. — *Ibid.*, 1837.

(3) P. 349; in-8°. Padoue, 1838. — Voyez aussi : *Mem. epistolare intorno il terreno pleistocene et pliocene delle Alpi venete.* (*Giornale euganeo.* 1844.)

(4) *Atti della prima riun. degli scienz. ital. di Pisa*, p. 99. 1839.

(5) *Philos. Magaz.*, juin 1829.

tiaire. Cette opinion ayant été combattue par M. Pasini (1), M. A. de Zigno (2) chercha à résoudre la question en faisant une coupe au nord-ouest de Trévise, où la plaine de Venise est circonscrite par de petites chaînes de collines qui se continuent jusqu'au pied des Alpes, et dont les couches plongent au S. Par suite de cet examen, l'auteur établit deux groupes, dont l'un, comprenant la série des strates depuis les poudingues jusqu'aux lignites, représenterait la formation tertiaire supérieure, et l'autre, composé des assises depuis le calcaire grossier de Castel-Cucco jusqu'aux marnes bleues fossilifères, appartiendrait à la formation inférieure (groupe tritonien de Brongniart). C'est après le dépôt de ce premier groupe qu'aurait eu lieu le soulèvement des alpes vénitiennes. Au nord, et en face des collines de Castel-Cucco, la craie ou *scaglia* est fortement inclinée.

Les exploitations de lignite de Puli, entre Valdagno et Recoaro, dans le Vicentin, offrent quatre bancs de combustible reposant chacun sur un calcaire bitumineux rempli de coquilles tertiaires et accompagné d'un banc de calcaire grossier avec les mêmes fossiles. M. C.-V. Catullo (3), après les avoir décrits, s'est occupé de la question précédente, et il a fait voir qu'aux environs de Muschiè, près de Passagno, de Capèl, etc., les couches secondaires avaient été redressées après la formation des dépôts tertiaires, et que dans les provinces de Bassano et de Comasco des injections de porphyre, de trachyte et de basalte ont pu soulever les strates secondaires et disloquer les strates tertiaires, tandis que M. Pasini n'admet pas que ces derniers aient été dérangés. Mais d'autres dislocations qui les ont affectés dans les monts Euganéens, dans le Vicentin et dans la province de Vérone, portent l'auteur à conclure que les plus anciens soulèvements des Alpes vénitiennes sont antérieurs à la formation jurassique, et qu'ils n'ont pas eu lieu en une seule fois,

---

(1) *Ann. delle sc. del reg. Lomb. Veneto*, vol. I. 1831.

(2) *Sulla giacitura*, etc. Sur le gisement des terrains de sédiment du Trévisan. Padoue. 1841.

(3) *Nota soprà alcuni fatti*, etc. Note sur quelques faits relatifs à la géognosie des Alpes vénètes. *Bibl. italiana*, vol. II. Milan, 1842. — Voyez aussi : Balsamo Crivelli, *Sur le gisement du combustible près de Romano*. (*Giorn. dell' I. R. Instituto Lombardo Ven. delle sc.*, etc., vol. VII. Milan, 1843.) — G. Sgarzi, *Sur quelques lignites trouvés dans la province de Bologne*. (*Acad. des sc. de l'Institut de Bologne*. 1847. — *L'Institut*, 29 mars 1848.)

comme le pense M. Élie de Beaumont. Ils se sont manifestés à plusieurs reprises à l'apparition des roches ignées dont on vient de parler, et seraient en général postérieurs aux dépôts tertiaires.

Dans une note adressée à la Société géologique, M. de Zigno (1) a reproduit la plupart des faits contenus dans le mémoire que nous venons de citer, et il a déduit de l'inclinaison de ses deux groupes vers le S., suivant la direction et l'inclinaison des couches supérieures de la craie, que le dernier mouvement général qui éleva les montagnes voisines à la hauteur qu'elles ont actuellement eut lieu après le terrain tertiaire le plus récent. Cette manière de voir confirme ainsi celle qu'avait émise M. Murchison, et à laquelle M. Pasini paraît être revenu dans les conclusions de son discours prononcé au congrès de Pise, discours dans lequel il s'est attaché à démontrer que la chaîne des Alpes avait acquis sa forme et son élévation par une longue série de soulèvements partiels, commencée à une des époques géologiques les plus anciennes et continuée probablement jusqu'après les dépôts quaternaires.

Dans les monts Euganéens, Da Rio (2) avait signalé un petit lambeau tertiaire sur lequel est bâtie l'église de Teolo, et qui renferme plusieurs espèces de Nummulites et d'autres coquilles marines; mais il semble avoir ensuite oublié ce fait, car il place le soulèvement des trachytes entre la période crétacée et l'époque tertiaire, parce que, dit-il, on n'observe point de dépôts de cette dernière dans ce massif de montagnes. Une autre contradiction à cette conclusion du même savant se trouve à la fin de la description des alluvions, où il fait remarquer que les dépôts anciens du diluvium manquent dans ces montagnes, qui seraient, dit-il, sorties peut-être de la mer après l'époque diluvienne. On voit qu'il était facile de combattre avec ses seules observations l'opinion de Da Rio, comme l'ont fait les géologues réunis au congrès de Padoue (3). Le soulèvement des monts Euganéens est placé par M. de Zigno (4) après la formation tertiaire moyenne.

M. Pasini (5) avait cru remarquer sur plusieurs points une sorte de passage ou d'oscillation entre les couches tertiaires et crétacées;

---

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 56. 1842.
(2) *Orittologia Euganea;* in-4. Padoue, 1836.
(3) 1842.
(4) *Bull.*, vol. XIV, p. 59. 1842.
(5) *Réunion des savants italiens à Padoue*, séance du 24 septembre 1842.

mais M. Pareto, qui n'a point adopté cette opinion, n'a pas trouvé non plus que la superposition du grès vert ou glauconie coquillière du Bellunais à la craie fût un motif suffisant pour le rapporter à la seconde période tertiaire, comme le proposait M. Catullo (1); cependant cette assise constitue la partie inférieure du terrain tertiaire de la province. De son côté, M. de Collegno (2), en rapportant à la formation crétacée la mollasse de la vallée d'Olona, regardée comme tertiaire par M. de Buch, ne trouve plus de terrain tertiaire dans le nord de la Lombardie que les petits lambeaux de marnes bleues déjà signalés aux environs de Varese et quelques autres qu'il décrit. Ceux-ci, presque toujours recouverts par les poudingues diluviens, occupent l'espace compris entre le lac de Côme, celui de Lecco, le promontoire dolomitique de Bellagio et les dernières pentes du mont San-Primo. Ces dépôts des dernières eaux marines tertiaires prouvent que le lac de Côme avait sa configuration générale actuelle avant les dislocations les plus récentes qui, à Villa, ont redressé les marnes lacustres.

Dans un travail *sur le terrain tertiaire de la Lombardie, et en particulier sur un banc d'argile coquillière marine observé depuis peu dans la province de Bergame* (3), M. G. Curioni a conclu de ses recherches : 1° que les conglomérats de l'Alta Brianza, dont les couches sont contournées et alternent souvent avec les sables et les marnes, sont antérieurs aux marnes sub-apennines et appartiennent aux gompholites ou nagelfluh de la Suisse; 2° que la formation sub-apennine se montre aussi au nord-ouest de Nese, et y renferme des coquilles identiques avec celles des marnes appuyées contre les gompholites, de manière à établir la contemporanéité des deux dépôts. Nous avons déja mentionné la partie de ces résultats qui se rapporte au terrain quaternaire (*antè*, p. 234).

§ 2. Piémont.

MM. de Buch, Dufrénoy et Élie de Beaumont (4), qui visitèrent, en 1834, la colline de Superga, près de Turin, déduisirent des ca-

(1) Voyez aussi : *Nota intorno gli echinidi fossili*, etc. Note sur les échinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire des provinces vénitiennes. (*Nuov. ann. delle sc. nat. di Bologna*, vol. VI.)
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 204. 1844.
(3) *Politecnico di Milano*. 1847.
(4) *Bibl. italienne*, n° 228. 1834.

ractères des roches, et de la direction du soulèvement qui les avait affectées, que les couches à Nummulites de Gassino devaient être rapportées à la partie supérieure de la formation crétacée. Depuis lors, cette localité est devenue le sujet de nombreuses publications, par suite de l'opposition que cette opinion a rencontrée. Ainsi, M. L. Pareto (1) regarde ces mêmes calcaires comme tertiaires et intercalés évidemment dans la mollasse. Plus tard, le même savant et les géologues réunis au congrès de Turin (2) ont appuyé cette dernière manière de voir, tandis que M. H. de Collegno (3), dans un mémoire fort détaillé, et M. A. Sismonda (4) sont venus la combattre. Plus récemment, M. Murchison (5), après une étude profonde du groupe nummulitique dans les Carpathes, sur les deux versants des Alpes et le long des Apennins, s'est aussi prononcé pour placer les strates de Gassino dans le terrain tertiaire. Mais nous n'avons point à nous occuper ici de cette question que nous traiterons ultérieurement, et que nous n'avons mentionnée qu'à cause de la relation de ces couches avec les dépôts tertiaires moyens qui forment les pentes de la Superga.

M. de Collegno, dans le mémoire précité, a fait voir que cette colline était composée de strates appartenant à trois périodes distinctes, représentées, la plus ancienne par les calcaires à Nummulites et les sables avec Térébratules, la seconde par la mollasse et le nagelfluh de la formation tertiaire moyenne, la troisième par les marnes bleues et les sables de l'Astesan, ou formation supérieure. Les sédiments de ces trois périodes ont été séparés par des mouvements du sol, dont les deux derniers se sont exercés suivant des lignes de fractures qui se croisent sans cependant se confondre ; et, d'après l'auteur, le massif de Superga serait un modèle en petit des Alpes orientales et occidentales.

Envisageant sous un point de vue plus général le terrain tertiaire du nord-ouest de l'Italie, le même géologue a reconnu, sur le versant méridional des Alpes, les deux formations du sud-est de la France,

---

(1) *Bull.*, vol. VI, p. 254. 1835.
(2) *Atti della secunda riunione*, etc., p. 141. Turin, 1840.
(3) *Essai géologique sur la colline de Superga, près Turin.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 193, avec planches de coupes. 1835.)
(4) *Mem. della r. accad. di Torino*, 2ᵉ sér., vol. V.
(5) *London, Edinb. and Dublin philos. magaz.*, mars 1849.

avec des caractères différents (1). Ainsi, au lieu des dépôts
tres supérieurs du nord-ouest, on trouve au sud-est, dans le
ont et le long des Apennins, des marnes bleues et des sables
ires remplis de fossiles, puis, à la colline de Superga, la mollasse
nne recouverte transgressivement par les mêmes marnes bleues
rieures. La vallée de la Bormida et les environs de Tortone
nt une disposition analogue. Au pied des Alpes, ces formations
réduites à des lambeaux séparés par les grandes vallées de la
e, de la Sesia, du Tessin, etc. A l'est de cette dernière, les couches
lent, par leurs fossiles, être de la formation supérieure, tandis
Como et Lecco elles appartiendraient à la mollasse; mais
avons vu que, depuis, l'auteur avait rapporté celles-ci aux
nes sub-apennines. La discordance n'a donc pas encore été consta-
u pied des Alpes comme à la Superga et le long des Apennins.
ndant, M. de Collegno n'en trouve pas moins que le relief du
t la forme du bassin avaient changé entre les deux formations,
'après lui ce changement serait en rapport avec le soulèvement
Alpes occidentales. A la fin du dépôt des marnes bleues,
s-ci ont été redressées à Verrua, Plaisance, San-Columbano,
giore, etc., où elles s'enfoncent sous les détritus meubles de
ande vallée du Pô, en suivant une direction E. 15° à 20° N.

l. A. Sismonda (2) distingue, comme tous les géologues qui l'ont
édé, les formations tertiaires supérieure et moyenne qui, réunies
éparées, s'étendent des Alpes à l'extrémité opposée de l'Italie,
éprouver de changements très prononcés. La formation moyenne
des dislocations qui la différencient de la suivante généralement
zontale, et celle-ci, lorsqu'elle est dérangée, suit encore la di-
ion des Alpes du Valais, tandis que la première renferme à la fois
traces des deux derniers soulèvements de la chaîne.

a formation tertiaire moyenne est composée de divers conglo-
ats (nagelfluh), avec des cailloux de serpentine, de calcaires
pactes, argileux, plus ou moins bruns, et de bancs connus sous

---

1) *Compt. rend.*, vol. VI, p. 819. 1838. — *Sur les terrains
tifiés des Alpes de la Lombardie.* (*Giorn. del Instit. lomb.*, etc.,
. 28 et 29. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LVI, p. 177. 1845.)

2) *Osservazioni geologiche*, etc. Observations géologiques sur les
ains des formations tertiaire et crétacée en Piémont. (*Mem. della
ccad. di Torino*, 2ᵉ sér., vol. V. 1845.) — Voyez aussi, pour une
osition générale des caractères et de la répartition des dépôts ter-
res de l'Italie, C. Lyell, *Principles of geology*, vol. IV, chap. XII.

le nom ordinaire de mollasse. Les matériaux de la formation supérieure sont des sables et des argiles, dont la position relative est constante. Les sables placés vers le haut sont un peu argileux et passent à un grès. Les argiles qui viennent au-dessous sont bleues ou brun obscur. Le gypse y constitue des amas ellipsoïdes, irréguliers, tantôt alignés, tantôt en veines. Le sel ne se rencontre que dans l'argile bleue. Le lignite est fréquent, mais en petite quantité, et les caractères des végétaux peu altérés qu'on y trouve les distinguent de ceux de la formation moyenne. Sur quelques points, le sable est remplacé par un calcaire impur, grossier, mais les fossiles restent les mêmes. Parmi les coquilles de la formation moyenne, qui ont été déterminées et dont M. Sismonda donne la liste, il n'y en a qu'un petit nombre qui se représentent dans la supérieure. Les collines qui bordent le Pô, de Montcalieri à Gassino sont de la période moyenne, à l'exception de quelques lambeaux de la période sub-apennine et de quelques autres qui appartiendraient à la craie.

Les gypses sélénites, avec les argiles et les calcaires qui les accompagnent en Italie, ont été rapportés, comme nous le verrons tout à l'heure, à la formation tertiaire supérieure par MM. Pareto et de Collegno (1), puis à la formation inférieure par M. Coquand (2), et enfin à la formation moyenne par MM. Savi et Pilla (3), et c'est à cette dernière opinion que s'est rattaché M. A. Sismonda, dans sa note sur le gypse de la formation tertiaire en Piémont (4). L'auteur, qui n'admet point l'existence de la formation inférieure dans la péninsule, dit que les amas de gypse sont toujours concordants avec les couches de la formation moyenne, et discordants avec celles de la formation supérieure, comme à Coconato, Moncucco, Guarene, Piobesi d'Alba, etc.; et à l'appui de cette classification, il invoque la présence de quelques fossiles animaux qui nous semblent d'ailleurs

---

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 272. 1842.

(2) *Ibid.*, 2e sér., vol. I, p. 423. 1844.

(3) *Sopra i carboni fossili delle Maremme*, etc. Sur les charbons fossiles des Maremmes, etc. 1843.

(4) *Antologia italiana*, juin 1847. — L'auteur avait admis antérieurement que le pays compris entre les vallées d'Aoste et de Suze avait éprouvé trois dislocations bien apparentes; l'une, à la fin de la période moyenne, lors de l'épanchement des serpentines; l'autre, à la fin de la période supérieure, n'avait produit que des fentes parallèles aux Alpes orientales, et la troisième, plus ancienne, avait émergé le sol après la formation jurassique. (*Bull.*, vol. IX, p. 255. 1838.)

peu propres à trancher la question, non plus que les plantes du gypse de Stradella, recueillies par M. Pareto et décrites par M. Viviani (1).

La précision des détails qu'a donnés M. Pareto sur plusieurs gisements du Tortonais ne permet guère de douter de l'exactitude de ses conclusions ; et quant aux plantes qui accompagnent le gypse de Stradella, d'une part leur identité avec celles du gypse d'Aix ou du centre de la France est fort incertaine, et de l'autre beaucoup de géologues, comme on vient de le voir, s'accordent pour placer ce même gypse d'Aix dans la formation tertiaire inférieure. Ainsi plusieurs des arguments sur lesquels s'appuie le savant géologue de Turin, ou restent à démontrer, ou sont de peu de valeur. Nous sommes loin d'en induire cependant qu'il n'y a point de gypse dans la formation tertiaire moyenne de l'Italie, et nous ne mettons pas en doute l'exactitude des observations de M. Sismonda ; seulement il serait possible qu'il eût trop généralisé ses conclusions en les appliquant à des localités où elles ne seraient pas suffisamment justifiées. En outre, il pense que ces gypses sont des calcaires sédimentaires métamorphosés par des gaz sulfureux provenant de l'intérieur, comme cela a lieu dans les solfatares actuelles, dans les *lagoni* et les fumerolles des volcans. M. de Collegno de son côté croit que le calcaire a été fourni en partie par les coquilles qui se trouvaient dans le dépôt ; mais M. Sismonda n'admet pas que l'accumulation de ces dernières ait jamais pu produire des masses aussi considérables, et il ajoute que le métamorphisme a eu lieu pendant la période tertiaire moyenne, puisque les couches tertiaires supérieures qui recouvrent celles de la période précédente n'en offrent point de traces.

M. Pareto (2) a signalé des alternances de couches fluviatiles et marines dans la formation supérieure, particulièrement aux environs de Santa-Agata dans le Tortonais, et après les avoir comparées à celles des environs de Sienne, il en conclut l'existence de l'embouchure d'une ancienne rivière sur ce point. Ces alternances se représentent aussi dans la formation moyenne, comme le prouvent les bancs de lignite avec Planorbes et Mulettes, subordonnés à la mollasse marine près de Bagnosco et de Noceto, dans la vallée du Tanaro. Pendant la période moyenne, il y avait une communication entre l'Adriatique et la Méditerranée, à l'endroit où se

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 129. 1833.

(2) *Atti della 2da riun. degli scienz. in Torino*, p. 93. 1840. — *Giorn. toscano delle scienz. mediche*, etc., vol. I, n° 4. 1843.

trouvent à présent les montagnes de Santa-Justina, près d'Albisola et de Savone. Pendant la période supérieure, au contraire, les deux bassins étaient séparés; la mer occupait au sud à peu près le même espace qu'aujourd'hui, et l'émersion des collines de l'Astesan, du Plaisantin et de plusieurs des petits bassins tertiaires du Pô aurait coïncidé avec le soulèvement des Alpes orientales (1).

Dans une note sur les lignites du Piémont, des Alpes et de l'Apennin, M. Barelli (2) a fait voir que, dans le Piémont et la province de Gênes, ces dépôts charbonneux étaient tous tertiaires, tandis que ceux des Alpes appartenaient pour la plupart au terrain secondaire. M. Bertrand Geslin (3) a décrit le poudingue avec lignite de Cadibona, près Savone. Ce petit bassin, déjà connu par les observations de M. Legallois, de M. Loffin et de M. Pareto, est situé presque au sommet de la chaîne de l'Apennin ; il a une lieue de long sur une demi-lieue de large, et se trouve entièrement creusé dans les stéaschistes. L'épaisseur du dépôt est d'environ 160 mètres, et il se compose de fragments de roches anciennes, de grès divers, de cailloux roulés et de sables argileux et caillouteux. Le lignite est subordonné à la partie moyenne. Les strates sont inclinés en sens inverse, à partir du centre du bassin, se relevant au N. et au S. comme les montagnes environnantes. On y a trouvé des ossements d'*Anthracotherium*, et ils semblent appartenir à la formation tertiaire moyenne.

M. P. de Tchihatcheff (4) a aussi publié quelques détails intéressants sur les dépôts tertiaires des environs de Nice, et M. G. Michelotti (5) a rapporté à la formation supérieure les couches coquillières d'Asti, d'Alba, etc., puis à la mollasse celles de Superga, et à la formation inférieure celles de Cadibona, de Narzole et de

(1) Voyez aussi une savante dissertation historique de M. J.-J. Bianconi, intitulée : *De mare olim occupante planities et colles Italiæ, Græciæ*, etc., *et de ætate terreni quod geologi appellant* MARNES BLEUES; in-4. Bologne, 1846.

(2) *Atti della quarta riun. degli scienz. in Padova*. 1842, séance du 28 sept.

(3) *Bull.*, vol. VI, p. 282. 1835. — Voyez aussi : Quaglia, *Del carbone fossile di Cadibona, provincia di Savona*; in-8.

(4) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples, et observations sur les environs de Nice*. Berlin, 1842.

(5) *Neu. Jahrb.* 1838, p. 395.

Tortone; mais M. Bronn n'a point admis ce classement pour les localités de Cadibona et de Tortone.

Paléontologie.

Nulle part l'étude des corps organisés fossiles n'a donné lieu à un aussi grand nombre de publications que dans le nord de l'Italie. Depuis Boccace qui écrivait en 1341 jusqu'à nos jours, chaque siècle a apporté son tribut à la connaissance de ces générations depuis longtemps éteintes; cependant nous pouvons encore dire avec Brocchi, *ma vasto è lo studio della natura*, *e molti vacui remangono ancora* (1).

M. Domenico Bruno (2) a proposé le nom de *Cheirotherium* pour un cétacé herbivore dont les ossements proviennent d'une marne argileuse de la colline de Montiglio, et M. G. B. Crivelli (3) a donné une description des grands mammifères fossiles qui se trouvent dans le cabinet de Sainte-Thérèse, à Milan, ainsi que de deux autres recueillis dans les lignites de Leffe (Bergamasque). Ces animaux sont : le *Delphinus Cortesi*, des marnes sub-apennines de Chiavenna, le *D. Brocchii* et le *Balænoptera Cuvierii* de la même formation, un Éléphant provenant d'un dépôt argilo-sableux, supérieur à ces marnes, le *Rhinoceros* de *Filippi*, du mont Pulgnasco, trouvé vers le haut des marnes et recouvert par les sables. Des débris de Baleine et de Dauphin ont été signalés aussi par M. G. Podesta (4) aux environs de Montefalcone dans le Plaisantin, comme provenant des marnes sub-apennines, ainsi que par M. Luciano Scarabelli (5). M. F. O. Scortegagna (6) a décrit un fragment de crâne de Crocodile qui semble provenir d'un dépôt tertiaire. La *Description des poissons et des crustacés fossiles du Piémont* (7) a conduit M. E. Sismonda à quelques généralités de zoologie géologique sur lesquelles

(1) *Conchiologia fossile subapennina*, etc., p. 138, éd. in-12. 1843.

(2) *Illustrazione di un nuovo cetaceo*, etc. Description d'un nouveau cétacé fossile. (*Mem. della r. accad. di Torino*, 2e sér., vol. I, p. 143. 1838.)

(3) *Giorn. dell' i. r. Instituto lombardo di scienz.*, etc. Milano, 1842. — *Bibl. italiana*, vol. III.

(4) *L'Institut*, 17 juillet 1844.

(5) *Di una Balena*, etc. Sur une Baleine, un Dauphin, et de nombreuses coquilles des collines du Plaisantin; in-8. Florence, 1843?

(6) *Sopra il teschio*, etc. Sur un crâne de Crocodile trouvé dans le monticule de Lonigo. (*Atti dell' Ateneo veneto*, vol. II, p. 139. Venise, 1838.)

(7) *Descrizione dei pesci e dei crostacei del Piemonte*, etc. Turin.

nous reviendrons ailleurs, et M. A. T. Catullo (1) cite des *Myliobates* dans la formation tertiaire moyenne des provinces vénitiennes. Un banc coquillier de la même formation, dans les collines de Saint-Étienne de Poevo, a offert à M. E. Sismonda (2) un bel échantillon de *Trionyx*.

Ce dernier naturaliste a publié un *Tableau méthodique des animaux invertébrés fossiles du Piémont* (3), et s'est ensuite attaché à prouver l'identité de plusieurs espèces tertiaires avec des espèces encore vivantes, et cela depuis les végétaux dicotylédones jusqu'aux mollusques (4). Le nombre des espèces identiques se rapproche d'ailleurs de celui qu'avait déjà trouvé M. Lyell. On doit à MM. L. Bellardi et G. Michelotti d'importants travaux sur les coquilles tertiaires du nord de l'Italie, et nous regrettons de ne pouvoir en ce moment qu'en indiquer les titres. Ainsi M. Bellardi a publié successivement : 1° Une *Description des Cancellaires fossiles des terrains tertiaires du Piémont* (5); 2° une *Monographie des Pleurotomes fossiles du Piémont* (6); 3° une *Monographie des Colombelles* du même pays (7), et il a fait connaître un nouveau genre de céphalopode fossile (*Spirulirostra*) provenant de la colline de Turin (8). Le même naturaliste a donné, en commun avec M. G. Michelotti, un *Essai oryctographique sur la classe des gastéropodes fossiles des terrains tertiaires du Piémont* (9), et ce dernier a publié une monographie des *Solarium* des formations tertiaires moyenne et supérieure de l'Italie (10) ainsi qu'un ouvrage

(1) *Riun. degli scienz. ital. in Padova.* 1842.

(2) *Bull.*, vol. VII, p. 207. 1836. — *Mem. della r. accad. di Torino*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 86.

(3) *Synopsis methodica animalium invertebratorum Pedemontii fossilium*. Turin, 1842. — 2ᵉ éd., 1847.

(4) *Congrès des savants italiens réunis à Naples en* 1845, séance du 22 septembre. — *L'Institut*, 4 fév. 1846.

(5) *Mém. de l'Acad. des sciences de Turin*, 2ᵉ sér., vol. III. 1841, avec 4 planches. — *Neu. Jahrb.* 1840, p. 343.

(6) *Monografia delle Pleurotome fossili*, etc., avec 4 planches. (*Ibid.*, vol. IX. 1847.)

(7) *Monografia delle Columbelle fossili*, etc., avec 1 pl. (*Ibid.*, vol. X. 1848.)

(8) *Bull.*, vol. XIII, p. 397. 1842.

(9) *Saggio orittografico*, etc. (*Mém. de l'Acad. des sciences de Turin*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 93. 1840, avec 8 planches).

(10) *De solariis in supracretaceis Italiæ stratis repertis*. (*Transact. r. Soc. of Edinburgh*, vol. XV, p. 211. 1841, avec 1 planche).

plus considérable que nous ne connaissons encore que par son titre : *Description des fossiles du terrain miocène de l'Italie septentrionale* (1). M. G. Florio (2) a écrit sur les coquilles et les terrains des environs de Lessona, Cassato, Seretto et Valdengo, dans la province de Biella.

M. E. Sismonda s'est particulièrement occupé des radiaires échinodermes de son pays, et l'on trouve dans ses mémoires de précieux renseignements sur les fossiles de cette classe. Cependant il ne nous est pas possible d'admettre l'identité que l'auteur croit avoir reconnue entre certaines espèces des formations jurassique et crétacée et celles des dépôts tertiaires. Son *Exposé d'une monographie des échinides tertiaires du Piémont* (3) a été complété et inséré dans les Mémoires de l'Académie de Turin (4), ainsi qu'un *Mémoire de géo-zoologie sur les échinides fossiles du comté de Nice* (5). M. A. Philippi (6) a écrit sur les Clypéastres tertiaires, et en particulier sur ceux de l'Italie. M. Gastaldi (7) a le premier fait connaître l'existence des Pentacrines dans les couches tertiaires de Superga, près Turin. M. G. Michelotti, dans son *Essai historique des rhizopodes caractéristiques du terrain supercrétacé* (8), a discuté les caractères de beaucoup d'animaux fossiles de cette classe, et son *Specimen zoophytologiæ diluvianæ* (9), où l'on trouve décrits et figurés plusieurs nouveaux polypiers du même terrain, a été complété par M. H. Michelin, qui a consacré les planches VIII à XV de son bel ouvrage (10) aux polypiers tertiaires du Piémont, de l'Astesan, de Nice, etc. Enfin, MM. Milne Edwards et J. Haime, dans le travail général que nous avons déjà mentionné (*antè*, p. 641),

---

(1) In-4, avec 17 planches. Leyde, 1847. — *Précis de la faune miocène du Piémont.* (*Neu. Jahrb.* 1847, p. 56.)

(2) *Subalpino*, Revue italienne. Turin, 1839.

(3) *Atti della secunda riun.*, etc., p. 115. Turin, 1840.

(4) 2e sér., vol. III, p. 1. 1842.

(5) *Ibid.*, vol. VI, p. 341. 1843, avec 2 planches. — Voyez aussi : *Osservazioni*, etc. Observations sur une note du prof. Ant. Catullo. (Extr. de *l'Eridano*, 15 fév. 1845.)

(6) *Neu. Jahrb.* 1842, p. 52, pl. II.

(7) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 53. 1844. — *Ibid.*, vol. III, p. 485. 1846.

(8) *Saggio storico*, etc. (*Mem. della Soc. ital. delle scienz. in Modena*, vol. XXII. 1841.)

(9) In-8, avec 7 planches. Turin, 1840?

(10) *Iconographie zoophytologique*; in-4, p. 31. Paris, 1840-47.

ont soumis à un nouvel examen les espèces déjà décrites et en ont fait connaître de nouvelles.

§ 3. **Toscane.**

Le sol du Volterrais (*mattajone*, *creta* de Sienne ou marne sub-apennine) qui occupe les basses vallées est essentiellement composé de terre argileuse et de calcaire renfermant divers sels solubles et des substances hydrogénées. Celles-ci, jointes à la décomposition des matières végétales, produisent, à la suite des pluies d'été et d'automne, tous les éléments de la *malaria* si funeste aux habitants du pays (1). M. P. Savi, à qui l'on doit ces observations, a décrit ensuite (2) le terrain tertiaire de la Toscane sous les dénominations de *terrain sub-apennin* et de *terrain ophiolitique*. Le premier, qui correspond à la formation tertiaire supérieure, comprend, dans le voisinage des montagnes secondaires, des cailloux et des poudingues, puis, à une certaine distance, des sables, des marnes et des *mattajoni*. Cette disposition s'observe dans la partie nord-ouest de la Toscane et dans la partie orientale aussi bien que dans celle du milieu. La plaine de Pise est formée de marnes argileuses cendrées, très fines, véritable sédiment pélagique, déposé loin de la côte. Ainsi les éléments des couches tertiaires sont d'autant moins volumineux qu'on s'éloigne davantage des chaînes de macigno et d'*alberese* d'où ils proviennent, et les couches, très peu dérangées et remplies de fossiles, occupent les plus grandes vallées, telles que celles de l'Arno, de la Cecina et de l'Ombrone.

Le *terrain tertiaire ophiolitique* de l'auteur est plus disloqué que le précédent; les fossiles en sont différents, et il est caractérisé par une grande quantité de fragments serpentineux. Ces couches, qui se trouvent presque toujours dans le voisinage des serpentines, se composent vers le haut de sable gris ou verdâtre, de marne glauconieuse et vert cendré, constamment recouvertes ou mélangées de bancs de cailloux de diverses grosseurs de macigno, de schistes

(1) *Alcune considerazioni*, etc. Considérations sur le mauvais air de la Maremme toscane. (*Congresso degli scienzati di Pisa.* 1839.)

(2) *Memorie per servire*, etc. Mémoires pour servir à l'étude de la constitution physique de la Toscane. Pise, 1837-1839. — *Nuovo giornale de' litterati.* 1837 à 1839. — *Due memorie geologiche su i terreni stratificati dependenti o anessi alle masse serpentinose della Toscana*; in-8. Pise, 1838.

endurcis, de calcaire albérèse ou compacte, diversement colorés et modifiés, associés à une grande quantité de cailloux de serpentine, d'euphotide, de porphyre et d'autres roches ophiolitiques, ou sédimentaires altérées par les ophiolites, comme les variétés de *gabbro rosso*. La partie inférieure renferme plusieurs sortes de grès alternant avec des marnes endurcies, grises, quelquefois légèrement verdâtres, micacées, puis de nombreux fragments de roches ophiolitiques et des végétaux charbonnés. Ces assises sont presque constamment disloquées, surtout vers le haut. On observe, au contact du terrain secondaire, une concordance parfaite qui prouve qu'aucun dérangement n'a eu lieu dans l'intervalle des deux dépôts. Les coquilles marines et lacustres n'y sont pas rares, mais les débris de végétaux y abondent particulièrement et y constituent des bancs de lignite schisteux ou compactes comme ceux du Volterrais, de Monte-Vaso, de Rocca-Tederighi et de Caniparola.

Malgré la difficulté d'assigner la position relative de ces deux formations, à cause des dérangements et des modifications nombreuses qu'elles ont éprouvés, M. Savi pense que les couches ophiolitiques, bien développées surtout et très variées dans le Volterrais et dans les collines du Pisan qui l'avoisinent, sont antérieures aux marnes sub-apennines, comme on peut l'observer à Caniparola, et il déduit de ses recherches : 1° que les dépôts tertiaires ophiolitiques sont postérieurs à l'apparition des serpentines, et que celles-ci sont également plus récentes que le macigno dans lequel on n'en trouve aucune trace; 2° que ces couches ophiolitiques ne forment probablement pas une assise continue, mais qu'elles sont limitées au voisinage des roches serpentineuses; 3° que dans le même moment se déposaient au loin les sédiments sub-apennins dont la formation s'est encore prolongée après qu'eurent cessé les causes qui produisaient les conglomérats ophiolitiques qu'ils ont alors recouverts; 4° que les strates inférieurs, tant par la différence de leur état actuel que par celle de leur composition, paraissent dus à des circonstances ou à des phénomènes distincts de ceux qui ont produit les strates supérieurs; 5° que leur discontinuité et leurs inclinaisons diverses prouvent qu'ils ont été soulevés ensuite; 6° enfin que l'abondance des végétaux fossiles doit faire regarder le tout comme un dépôt littoral, de même que l'état de ces végétaux constate l'activité des agents volcaniques dans le voisinage.

Cette formation ophiolitique correspondrait à celle de la colline de Superga, à celle de Cadibona, de Porto-Fino, de la vallée de la

Scriva décrite par M. Pareto, de celles de la Bormida, de Lermo, de Gavi, etc. Beaucoup de géologues l'ont rapportée à la formation tertiaire supérieure, d'autres l'ont regardée comme plus ancienne; mais M. Savi, ainsi qu'on vient de le voir, est disposé à la réunir aux marnes sub-apennines et à la considérer comme un phénomène ou un accident particulier de la même période.

A Volterra, le terrain tertiaire a été soulevé à 565 mètres au-dessus de la mer, et à Pise à 526; or, la concordance des deux formations prouve que le mouvement est postérieur à l'une et à l'autre. De plus il a occasionné des fendillements dans les serpentines qui sont plus récentes que les dernières couches secondaires et plus anciennes que les marnes bleues qui ont été modifiées et altérées à leur tour par l'apparition des trachytes, lesquels ont également contribué à l'élévation du sol.

M. Savi (1) s'est occupé plus tard des dépôts charbonneux ou lignites de la Toscane. En général, ceux de la Maremme ont partout le même aspect, sont formés des mêmes roches disposées à peu près de la même manière, contiennent les mêmes fossiles, et par conséquent appartiennent à la même époque. Ils constituent des collines peu élevées dont les couches sont ordinairement inclinées au S.-O., et dont les plus élevées sont composées de conglomérats peu solides, de sables argileux plus ou moins agglutinés et de calcaires coquilliers bitumineux.

Le bassin de la Bruna est circonscrit par des chaînes secondaires dont les roches ont été dérangées et modifiées par l'arrivée des produits ignés. En descendant de Massa, dans la vallée de la Bruna on voit les premiers lits de gravier recouvrir les couches crétacées (calcaire *alberese* et schistes à Fucoïdes), et vers la base sud-est du Monte-Massi les amas charbonneux semblent appartenir à la partie inférieure du dépôt. Le banc de combustible de la *fonte al Tamburino* a 0m,87 d'épaisseur (2). Le charbon est compacte, s'égrène cependant facilement et n'offre point de fibres ligneuses. Il est com-

---

(1) *Sul carbone fossile*, etc. Sur le charbon fossile de la Toscane. (*Giorn. toscano di scienze*, etc., p. 410. Pise, 1843.) — Ce Mémoire a été réimprimé la même année, à Pise, sous le titre de *Sopra i carboni fossili delle Maremme;* in-8, avec 2 pl. (coupes et végétaux), et un tableau des terrains de la Toscane.

(2) Nous avons évalué en mètres les nombres donnés par l'auteur, en supposant qu'il s'était servi du *braccio* de Toscane, qui équivaut à 0m,5830.

pris entre deux couches de poudingue ophiolitique dont la supérieure renferme un banc de calcaire coquillier fétide. Ces poudingues, semblables à ceux de *Vado-all-orto* qui est un autre gisement de combustible de la même vallée, sont composés de petits fragments à demi roulés de serpentine et d'euphotide réunis par un ciment calcaire. Des *Mytilus*, des empreintes de plantes et des fruits de conifères se trouvent dans le banc de calcaire fétide.

Un puits poussé dans ces dépôts jusqu'à 347 mètres de profondeur, au mois d'avril 1843 (1), a traversé successivement, après une glaise grise rougeâtre et jusqu'à 99 mètres, une argile endurcie bleu cendré, alternant avec des couches de gravier et renfermant des empreintes végétales et des coquilles indéterminables. De 99 à 116 mètres l'argile devint plus blanche et l'on rencontra un premier banc de charbon de 2^m,25 d'épaisseur, reposant sur une argile endurcie, fissile, avec des empreintes végétales. A 186^m,50 on trouva une argile grise, solide, ferrugineuse, et au-dessous un banc calcaire très dur, d'un aspect dolomitique et dont les nombreuses fissures étaient tapissées de chaux carbonatée spathique. Les argiles ferrugineuses continuèrent jusqu'à 216 mètres, où l'on atteignit un lit mince de charbon. De ce point à 228 mètres, on perça une argile bitumineuse, recouvrant un autre petit lit de combustible, puis vinrent des alternances d'argile endurcie, bleuâtre, de sable avec des bancs discontinus de conglomérat à cailloux de grès micacé du macigno, de quartz *diaspro* ou phtanite rouge et de divers schistes endurcis. Une veine mince de charbon fut rencontrée à 327 mètres, et au delà on reconnut des roches argileuses bleuâtres avec de nombreuses empreintes végétales dicotylédones, des bois et des ossements de mammifères.

Les dépôts charbonneux du *val di Cornia*, et particulièrement ceux de Monte-Bamboli occupent la partie supérieure de la vallée. Le combustible est recouvert par des conglomérats, et au-dessous se montrent les argiles et les sables argileux (mollasse), interrompus çà et là par les collines d'*alberese*. Comme à Monte-Massi, les bancs épais de charbon sont associés à un calcaire fétide, semblable au précédent. Un puits creusé jusqu'à 70 mètres a fait connaître une

---

(1) C'est le puits de Monte-Massi, dont nous avons déjà parlé en traitant de la température intérieure (*antè*, vol. I, p. 71), et qui s'est éboulé après qu'on fut parvenu à la profondeur de 370 mètres.

série d'argiles, de grès et de calcaires, analogue à celle des autres exploitations.

Le combustible de la vallée de la Bruna est en couches minces; il est moins bitumineux que les autres, souvent schisteux et mélangé d'argile. Celui de Monte-Bamboli, outre son épaisseur plus considérable, est parfaitement compacte, d'un noir intense, et les petites fentes qu'on y remarque sont remplies de calcaire spathique. Il ne renferme point de pyrite et brûle avec flamme, en donnant un coke celluleux d'un éclat métallique. 100 parties de ce charbon ont donné à l'analyse 58 à 62 de coke, 6,88 de cendre, 3,30 de soufre, et 1,17 d'oxyde de fer. La densité moyenne est de 1,35.

(P. 431.) Les fossiles recueillis dans ces diverses assises sont des ossements peut-être de carnivores et de rongeurs, puis de chéloniens, le *Mytilus Brardii*, Al. Brong., des *Cardium*, des Nérites et très rarement des Fuseaux, des végétaux de la famille des Palmiers, des Musacées (*Urania phyllites*), des feuilles de dicotylédones (Chêne, Cornouiller, Aulne, Platane, etc.) et des conifères; d'où l'on peut conclure que, lors de la formation de ces couches, les eaux des bassins où elles se sont déposées étaient marines ou du moins très saumâtres, circonstance analogue à celle que M. Pareto a signalée dans d'autres parties de l'Italie.

Dans l'intervalle des localités que nous avons citées, les dépôts de cette période sont très fréquents, mais le plus ordinairement ils ne contiennent pas de charbon. D'après la position qu'ils occupent, les éléments qui les composent et les fossiles qu'ils renferment, M. Savi les rapporte à la période sub-apennine inférieure, c'est-à-dire qu'ils seraient contemporains des conglomérats ophiolitiques ou de la formation tertiaire moyenne. Passant ensuite à leur relation présumée avec d'autres amas de lignite de l'Europe occidentale (p. 443-444), l'auteur, qui n'avait pas une idée très exacte de la position de ces derniers, a commis quelques fausses appréciations qui ont été relevées par un autre géologue, comme nous le dirons tout à l'heure.

La carbonisation des végétaux ne peut être attribuée à l'action des roches ophiolitiques, puisque leur apparition est plus ancienne, mais elle est probablement due à l'influence des roches granitiques, trachytiques et des porphyres quartzifères du voisinage qui auraient surgi après la formation des dépôts charbonneux,

(P. 464.) Le gisement de Caniparola, sur le versant occidental

des Alpes Apuennes, est du même âge que les précédents; mais la concordance des couches tertiaires avec celles du macigno et leur continuité parfaite, car les unes et les autres sont verticales, avaient d'abord fait penser que le charbon appartenait au macigno. Les cinq puits de 25 à 65 mètres de profondeur qu'on y a pratiqués ont traversé de haut en bas : 20 mètres de grès, 4 de calcaire, 3 de grès bleuâtre ou verdâtre, puis des argiles d'un gris foncé, renfermant quatre couches de charbon, séparées aussi par des lits d'argile. Leur épaisseur totale est de 2 mètres; elles courent N.-N.-O., S.-S.-E. avec des inclinaisons qui varient de 66° à 82°. Les empreintes végétales y sont fréquentes, et, à l'exception du *Mytilus Brardii*, si commun dans les dépôts correspondants de la Maremme, il y a peu de débris d'animaux (1).

M. H. de Collegno (2), qui avait sur son prédécesseur l'avantage de bien connaître les terrains du nord de l'Italie, a traité de ceux de la Toscane à un point de vue plus général. Le terrain tertiaire du Grand-Duché, dit ce savant, repose généralement sur le macigno, et très rarement sur le *verrucano*. Il se divise en deux formations distinctes par leur composition minéralogique comme par leur gisement. L'une est la formation ophiolitique de M. Savi, qui peut être divisée elle-même en deux étages paraissant se remplacer quelquefois. L'étage inférieur constitue une mollasse micacée, à grain fin, analogue à celle de la base de la colline de Superga. Elle alterne avec des marnes et renferme des fragments de serpentine, de jaspe et d'euphotide. Dans l'étage supérieur les fragments deviennent plus volumineux, plus abondants et forment un poudingue comme celui de Superga. C'est dans l'étage des marnes que se trouvent les amas de combustible dont nous venons de parler et dont M. de Collegno décrit plusieurs gisements déjà connus.

Dans la Toscane, comme dans le nord-ouest de l'Italie, la formation tertiaire supérieure se compose, vers le bas, de marnes bleues micacées, et vers le haut de sables jaunâtres. Les fossiles sont plus nombreux dans les sables que dans les marnes. Un calcaire marneux fétide, avec Planorbes et Paludines, surmonte quelquefois

---

(1) Voyez aussi : Bunsen, *Le terrain houiller des Maremmes de la Toscane*. (*Ann. des Chem. u. Phys.* de *Liebig*, vol. XLIX, p. 264. 1844. — *Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. XVIII, p. 542. 1844.)

(2) *Note sur les terrains de la Toscane*. (*Bull.*, vol. XIII, p. 263. 1842.)

les sables et semble même alterner par place avec les couches marines. L'auteur pense que les rognons de gypse que l'on rencontre dans les marnes sont postérieurs au dépôt de celles-ci, et qu'ils s'y sont formés aux dépens des débris organiques qui manquent en effet dans leur voisinage. Au sud-ouest de Volterra, on a percé dans ces marnes bleues des puits qui fournissent des eaux salées dont l'évaporation produit la plus grande partie du sel que consomme la Toscane. Un de ces puits, poussé jusqu'à 150 mètres de profondeur, a fait connaître, sous 41 mètres de marnes bleues, une alternance de sel gemme, de marnes gypseuses, de marnes bleues salifères reposant sur une marne bleue fétide de 49 mètres d'épaisseur et dans laquelle le sondage s'est arrêté.

Aux environs de Volterra, dit aussi M. A. Burat (1), il y a des amas de gypse blanc, compacte, translucide, enveloppés dans des marnes gris bleuâtre (*mattajone*), en couches plus ou moins inclinées, et d'où sortent des sources salées qui ont amené la découverte du sel gemme. Le gypse, en masses arrondies, mamelonnées ou noduleuses à la surface, se montre à divers niveaux dans les marnes. Le sel gemme est disposé comme le gypse dans le sens de la stratification, et l'on en connaît deux bancs séparés ou recouverts par des marnes gypseuses et des marnes salifères.

Nous avons déjà parlé (*antè*, p. 275) du dépôt appelé *panchina*, que nous avons placé, avec M. Savi, au-dessus des sables jaunes et comme en étant distinct; mais M. de Collegno n'admet point ce classement pour la *panchina* de Volterra et de Verrua, qu'il regarde comme subordonnée à ces mêmes sables. « Il y a, dit ce dernier » géologue (p. 276), une analogie complète entre les terrains de » sédiment de la Toscane et ceux du nord-ouest de l'Italie, analogie » qui, pour le terrain tertiaire, se soutient jusque dans les moindres » détails. Les poudingues de la Sterza ne sauraient en effet être dis- » tingués de ceux de Superga ; les marnes à lignites sont identiques » avec celles de Cadibona et de Caniparola; les marnes bleues, les » sables jaunes avec leur lumachelle (*panchina*) se retrouvent éga- » lement à Volterra et Verrua, dans une grande partie de la Tos- » cane et dans presque tout l'Astesan; enfin les fossiles, si abon- » dants dans la formation tertiaire supérieure en Toscane et dans » le Piémont, appartiennent aux mêmes espèces. »

---

(1) *Géologie appliquée*, p. 78.

L'auteur s'attache ensuite à prouver, par des exemples de superposition transgressive, la distinction des deux formations établies précédemment. Les couches ophiolitiques se déposèrent en Toscane sous des circonstances particulières, et qui avaient entièrement cessé lors du dépôt des marnes bleues sub-apennines. Dans le nord-ouest de la péninsule, on voit clairement que la fin de la période tertiaire moyenne a coïncidé avec le soulèvement des Alpes occidentales, mais en Toscane les dislocations qui ont séparé les deux périodes ont été moins importantes. Les serpentines, comme on l'a dit, leur sont antérieures, et la ligne de failles, dirigée N. 5° O. à S. 5° E., est plus récente que les marnes bleues.

MM. P. Savi et Studer ont reconnu que les serpentines de l'île d'Elbe étaient traversées par des filons granitiques, et, d'après le premier de ces géologues, les filons métallifères de la Toscane seraient contemporains des injections granitiques de l'île d'Elbe. Aussi, dit M. de Collegno, est-ce peut-être l'apparition des filons granitiques et métallifères qui aurait marqué en Toscane la fin de la période moyenne? Il serait prouvé, en outre, que le sol y a subi trois dislocations depuis le dépôt du macigno : 1° lors de l'apparition des serpentines; 2° lors de la production des filons granitiques et métallifères; 3° lorsqu'eut lieu la fente dirigée moyennement N. 5° O. à S. 5° E. qui traverse une portion considérable du Grand-Duché, et qui correspondrait au système du Ténare en Morée, système dont la direction est parallèle à une ligne joignant le Vésuve à l'Etna. D'après MM. de Buch et Dufrénoy, cette ligne, plus récente que le soulèvement de la chaîne principale des Alpes, pourrait avoir coïncidé avec la dislocation très récente aussi de la Sardaigne et avoir porté les assises quaternaires de Livourne et d'Antignano à leur niveau actuel; il n'y aurait pas eu alors en Toscane de dislocation contemporaine du soulèvement des Alpes orientales.

M. Coquand (1), ayant déjà, comme on l'a vu, étudié avec soin le terrain tertiaire de la Provence, a cherché à le mettre en rapport avec celui de la Toscane, dont il a eu occasion de s'occuper aussi d'une manière spéciale, et nous exposerons ici sa manière de voir, qui diffère essentiellement de celle de ses prédécesseurs. Il y aurait dans ce pays, suivant ce géologue, trois étages distincts appartenant à chacune des

(1) *Bull.*, 2° sér., vol. I, p. 421. 1844.

trois formations qui composent le terrain tertiaire. L'étage le plus ancien, caractérisé par des lignites et des fossiles identiques avec ceux que l'on observe dans le groupe du gypse à Aix et aux environs d'Apt, représente les couches les plus élevées de la formation inférieure; l'étage moyen comprend, en Toscane comme en Provence, une mollasse marine avec des coquilles semblables à celles des faluns du bassin de la Garonne, et il est nettement séparé du précédent par une discordance de stratification; enfin l'étage supérieur est représenté par les marnes sub-apennines qui sont au-dessus de la mollasse, en stratification discordante. Nous pourrons donc, dans ce qui suit, substituer le mot de *formation* à celui d'*étage* sans cesser d'être d'accord avec l'auteur.

Il résulte de cette classification que, contrairement à l'opinion de M. de Collegno, le sel gemme des environs de Volterra ne peut appartenir aux marnes sub-apennines, non plus que le gypse blanc des vallées de la Cecina, du Pavone et de la Passera. Ces substances, avec les couches auxquelles elles sont subordonnées, sont inférieures à la mollasse marine, que M. Savi paraît avoir méconnue, et que M. Coquand démontre être placée entre les marnes sub-apennines et la partie de la formation inférieure que représentent les conglomérats ophiolitiques. En outre, les faluns du sud-ouest de la France et la mollasse de la Provence se trouveraient sur le même horizon que la mollasse de la Toscane. Le gypse des environs de Volterra ne résulterait pas non plus du métamorphisme du calcaire fourni par les coquilles des marnes bleues, mais il aurait une origine sédimentaire et aqueuse; il appartiendrait aux couches ophiolitiques, et le sel situé au-dessous du gypse serait un dépôt marin, comme l'avait admis M. Savi. Nous reproduirons ici le tableau comparatif que l'auteur a donné du terrain tertiaire de la Provence et de la Toscane, tableau que l'on comprendra facilement si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut relativement au sud-est de la France.

	PROVENCE.		TOSCANE.	
Formation supérieure.	Couches lacustres.	Aix, Cucuron, Cadenet.	Marnes sub-apennines.	Volterra. Sienne. Pomérance. Bibbona. Sitano.
	Couches marines sub-apennines.	Pecoulette, Fréjus, Vence, Antibes.		
Formation moyenne.	Mollasse marine.	Gargas, Cucuron, Aix, Istres, Manosque.	Mollasse.	Monte Castelli, Pomérance, Lustignano, Silano.

	PROVENCE.		TOSCANE.	
Formation inférieure.	Gypse et lignite supérieur. . .	Gargas, Aix, Manosque	Gypse et lignite.	Val di Bruna, — di Cecina, — di Cornia, — di Pavone.
	Argiles rouges. .	Tholonet, Vitrolles, Gargas.	Manque.	
	Lignite inférieur.	La Cadière, Fuvèau, Gardanne, Martigues, la Fare. . .	Manque.	

L. Pilla (1) admettait bien aussi l'identité des dépôts de la Maremme avec ceux des environs d'Aix, mais il ne les croyait pas de la période tertiaire inférieure, à cause de l'analogie des roches ophiolitiques de la Toscane avec les couches de Tortone et de Superga, qui sont placées entre les strates inférieurs du Vicentin et les marnes sub-apennines.

M. Russegger (2) a donné quelques détails sur le Modénais, et en particulier sur le lignite de San-Martino et de Monte-Bubbio, sur le soufre de Jano, puis sur le gypse de la vallée de Tresinaro et celui de Casa-Nuova. Les *Observations sur la géologie de quelques parties de la Toscane*, par M. W.-J. Hamilton (3), ont peu avancé la connaissance du terrain tertiaire de ce pays. L'auteur, qui ne connaissait sans doute pas les travaux faits avant lui, n'a traité aucune des questions qui sont encore douteuses, et en décrivant un certain nombre de localités et de dépôts il a omis d'établir suffisamment leurs rapports et de faire connaître leurs différences. Un sondage exécuté dans la plaine de Livourne a traversé 9 mètres de mollasse supérieure et 130 mètres de marnes bleues sub-apennines, sans avoir atteint la base de ces dernières, et sans avoir obtenu d'eau jaillissante (4).

(1) *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie; in-8. Pise, 1845. — Voyez aussi : *Sur la houille récemment trouvée dans les Maremmes de Toscane.* (Extrait d'une notice de L. Pilla par M. L. Frapolli. (*Ann. des mines*, 4[e] sér., vol. XII, p. 361. 1847.) La partie géologique de ce Mémoire diffère peu de ce que nous avons dit d'après M. Savi; mais on y trouve traités plus en détails les caractères minéralogiques et chimiques de ce charbon, comparé à celui du terrain houiller proprement dit, ainsi que ses qualités et son usage dans l'industrie.

(2) *Neu. Jahrb.* 1844, p. 769.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 273. 1845. — Voyez aussi : Repetti, *Dizionario geografico, fisico, storico della Toscana*, dans lequel il y a beaucoup de renseignements sur la géologie.

(4) *Bull.*, 2[e] sér., vol. II, p. 402. 1845.

D'après M. Filippo (1), les végétaux fossiles des couches charbonneuses de Monte-Massi et de Monte-Cerboli appartiennent à des familles qui caractérisent le terrain tertiaire, et qui, jusqu'à présent, se sont rencontrées dans les dépôts de lignite; ce sont des conifères (*Pinus*), Palmiers (*Flabellaria raphifolia, F. Saviana*), des amentacées (*Carpinus*, *Quercus*, *Salix* et *Sterculia* ou *Platanus*). Ces déterminations n'ajoutent d'ailleurs rien à ce que l'on savait, et sembleraient plus propres à faire rapporter ces dépôts à la période de la mollasse qu'à une période plus ancienne, telle que celle du gypse du bassin de la Seine.

§ 4. Italie centrale et méridionale.

Bolonais.

La route de Florence à Bologne, si souvent parcourue et décrite par les naturalistes, l'a été de nouveau en 1834 par L. Pilla (2), qui a fait aussi connaître aux environs de Citta-di-Castello, dans le haut de la vallée du Tibre, la position et les caractères de la mollasse avec lignite reposant sur le macigno (3). En outre, on trouve inséré dans le *Compte rendu des séances de l'Académie de Bologne* (4) l'analyse d'un voyage dans quelques parties du Bolonais, mais dont l'auteur paraît n'avoir fait autre chose que de prendre des notes minéralogiques bonnes à consulter pour les localités qui sont mentionnées.

Sur le revers septentrional de l'Apennin, dit M. G. Bianconi (5), les sédiments marins de l'époque tertiaire recouvrent les argiles et les calcaires, qui percent cependant quelquefois pour s'élever à une grande hauteur, ou bien ils constituent à eux seuls une chaîne de collines courant parallèlement à la chaîne centrale, et en marquant ainsi le premier gradin. Les marnes bleues sub-apennines qui forment une bande continue, depuis le Piémont jusque dans les

(1) *Giorn. toscano d. scienz.*, etc., vol. I, p. 472. Pise, 1843.

(2) *Osservazioni geognostiche*, etc. Observations géognostiques sur la route de Naples à Vienne; in-8. Naples, 1834. — Voyez aussi : Derselbe, *Geognostische Beobachtungen gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien.* 1839.

(3) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 165. 1846.

(4) Vol. I, p. 294, mars 1837.

(5) *Essai sur la constitution physique de l'Apennin.* (*Storia natur. dei terreni ardenti*, etc. Bologne, 1840. — *Memoria sulle filliti*, etc. Sur les *Phyllites* dans les marnes du gypse. Bologne, 1838.

Abruzzes et une grande partie de la Pouille, considérées en grand, sont horizontales ou très faiblement inclinées vers la plaine. Les fossiles y sont abondants, et constituent à eux seuls les deux tiers de la roche. Ils semblent y être réunis par familles, circonstance qui est encore bien plus prononcée dans les sables jaunes micacés qui sont au-dessus, et qui occupent le sommet des collines. La puissance de ces derniers est moindre que celle des marnes. Leur stratification, généralement horizontale, est quelquefois un peu inclinée, comme celle des marnes sous-jacentes. Ils ont été pénétrés par des infiltrations calcaires qui, en agglutinant les coquilles, ont produit une sorte de macigno peu solide. L'auteur pense que les sables et les marnes sont contemporains, les premiers représentant le rivage de la mer, et les secondes les dépôts qui se formaient en même temps à une certaine distance des côtes; mais cette manière de voir que plusieurs géologues ont adoptée pour d'autres dépôts ne se soutient pas vis-à-vis des nombreux exemples de superposition que l'on peut lui opposer.

Il ne semble guère probable que les mines de soufre de Perticara et de Marazzana décrites par M. F. Gaudenzi (1) appartiennent réellement au terrain tertiaire. La position de la veine exploitée qui se trouve placée entre une couche puissante de gypse et un banc de calcaire marbre, dans un pays très accidenté et à une élévation de 500 mètres au-dessus de l'Adriatique, doit faire supposer qu'elle dépend de l'époque secondaire, ou qu'elle résulte d'un phénomène igné plus récent, mais dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

M. Toschi (2) a publié une liste des animaux vertébrés fossiles trouvés aux environs d'Imola, dans des couches qui sembleraient ne pouvoir être séparées des marnes sub-apennines sur lesquelles elles reposent. Ces ossements appartiennent aux genres Éléphant (*E. primigenius*), Rhinocéros, Hippopotame, Cheval, à un ruminant indéterminé, à un Cerf et à une espèce d'oiseau.

États Romains

Si nous passons de nouveau sur le versant méridional des Apennins, nous verrons les massifs de roches secondaires qui percent çà et là les tufs volcaniques de la campagne de Rome jusqu'au mont Amiata, entourés de sédiments tertiaires de la période supérieure, telles que les marnes bleues (*marne turchine*, *mattajone* ou *crete senesi*), les sables silicéo-calcaires, certains bancs de cailloux et de

(1) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XV, p. 555.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 440. 1846.

sable endurci, et d'autres de travertin. Nous avons déjà mentionné les dépôts quaternaires du même pays (*antè*, p. 277), et nous parlerons plus tard des produits ignés qu'on y observe, et qui sont aussi postérieurs aux marnes bleues sub-apennines.

Depuis les environs de Sienne, dit M. L. Pareto (1), ces dernières et les couches qui les accompagnent se dirigent au S.-E. par les montagnes de Radicofani, passent sous les marnes et les bancs de cailloux calcaires, tournent autour du mont Amiata pour se continuer le long de la Paglia et du Tibre, affleurant sous les tufs volcaniques dans toutes les dépressions du sol, comme aux environs d'Orvieto. Dans le torrent de Vitorchiano, on voit associé aux marnes un travertin recouvert par des bancs épais de trachyte à 242 mètres d'altitude. Près d'Orte, à des assises puissantes de tuf volcanique succèdent une masse considérable de cailloux provenant, pour la plupart, du calcaire des Apennins, puis un travertin également fort épais, et vers le bas de l'escarpement la marne bleue ordinaire, qui se prolonge ensuite vers Rome, où elle constitue le mont Mario, etc. Ces marnes se montrent dans les vallées et dans le voisinage même de la ville, au-dessous du tuf volcanique. Au Vatican elles renferment des lits de Cléodores, plus haut des bois bituminisés, puis le sable tend à prédominer, et la roche passe au sable jaune supérieur. Le gravier que l'on y trouve sur quelques points diffère de celui que nous avons décrit comme quaternaire.

Plus au S., au port d'Anzio (l'ancienne *Antium*), les couches tertiaires forment, suivant M. W.-C. Trevelyan (2), des falaises de 15 mètres de hauteur avec des coquilles peu altérées (*Pecten Jacobæus*, Lam., *P. opercularis*, id., etc.), et que l'on retrouve fort loin dans les terres jusqu'à 70 et 100 mètres au-dessus de la Méditerranée. D'autres dépôts d'argile, de sable et de calcaire sont aussi plus ou moins développés aux environs, et par place le test des

---

(1) *Osservazioni geologiche*, etc. Observations géologiques du mont Amiata à Rome. (*Giorn. arcadico*, vol. C, fasc. de juillet 1844. — *Réunion des savants italiens à Padoue*, séance du 26 septembre 1842.) — Voyez aussi : de Medici Spada et Pozzi, *Profilo teorico*, etc. Profil théorique des terrains de la campagne de Rome. 1845? — Pianciani, *Sur les fossiles du mont Aventin*. (*L'Echo*, 15 janv. 1843). — Hoffmann, *Notice géol. sur les environs de Rome*, insérée dans l'ouvrage intitulé : *Besammlung von Rom*, publié par l'Institut archéologique.

(2) *Proced. geol. Soc. of London*. vol II, p. 577.

coquilles est changé en fer sulfuré, ce que l'auteur attribue à un courant d'eau que l'on voit encore, et qui est très chargé d'une solution concentrée de sulfure de fer avec excès d'acide. Près de l'endroit appelé *Solfatare*, on remarque des trous pratiqués dans le sable qui recouvre les argiles, et d'où l'on retire le sel dans la saison d'hiver.

Dans une *Note sur la constitution géologique de l'Italie centrale* (1), MM. Orsini et Alex. Spada-Lavini ont donné un bon aperçu de la composition du terrain tertiaire sur le versant nord-est de l'Apennin le long de l'Adriatique, depuis Ancône jusqu'au Monte-Corno. La formation supérieure, constituant la plupart des collines qui s'étendent de la chaîne centrale à la côte, est composée de *cailloux roulés*, de *sable jaune* et de *marnes argileuses*.

Les cailloux roulés, souvent agglutinés par un ciment calcaire, forment un poudingue dont nous avons déjà parlé (*antè*, p. 279). Il est composé de débris de toutes les roches des Apennins, et dont le volume est quelquefois très considérable. Ce dépôt constitue des lambeaux fort étendus, surtout entre Grottamare et Ripatransone où l'on a trouvé des ossements d'Éléphant, de Rhinocéros, de Cerf, et d'autres mammifères. Au nord d'Ascoli ce poudingue a plus de 100 mètres d'épaisseur. Les caractères pétrographiques, stratigraphiques, et l'étendue de ce dépôt détritique, ainsi que les débris de grands mammifères qu'on y a trouvés portent à penser qu'il résulte d'une perturbation notable dans les circonstances physiques environnantes, et il serait sans doute mieux placé dans le terrain quaternaire, sur l'horizon des conglomérats si développés dans le Piémont et la Lombardie (*antè*, p. 132 et suiv.), que réuni à la formation sub-apennine avec laquelle on ne lui voit pas de relation bien directe.

Le sable siliceux jaune, micacé, lorsqu'il est agglutiné par un ciment calcaire, donne un grès compacte, employé comme pierre de construction à Ancône et dans les Marches. Les bancs arénacés de 1 à 3 mètres d'épaisseur sont séparés par des lits de marne argileuse ou de petits galets. Les fossiles sont ceux des marnes sous-jacentes, qui ont été décrits et figurés par Brocchi.

Les marnes argileuses sont gris bleuâtre et parfaitement concordantes avec les sables qui les recouvrent. Elles renferment des lits de lignite, des fragments de bois, et vers le bas, de petites couches de

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 411, pl. II.

gypse fibreux sont séparées des marnes par des bancs de grès semblables à ceux des sables jaunes précédents. Dans le voisinage du gypse les marnes et ces grès ont éprouvé des dérangements, des dislocations et même des contournements, qui cessent à mesure qu'on s'élève vers les assises supérieures où la stratification redevient continue et parfaitement régulière. Sur plusieurs points, des eaux salées sourdent des marnes inférieures. La *Mactra triangula*, Broc., et la *Corbula gibba*, coquilles les plus caractéristiques de la formation sub-apennine se montrent à tous les niveaux, depuis la partie supérieure des sables jaunes jusqu'à la base des marnes bleues.

MM. Orsini et Alex. Spada décrivent au-dessous de celles-ci un grès compacte ou sorte de mollasse grise, composée de grains de quartz agglutinés par un ciment calcaire et qui passe insensiblement à une roche gypseuse, puis à du gypse gris, bleu ou rouge, à cassure semi-cristalline, constituant des masses de plusieurs mètres d'épaisseur traversées par des veinules de gypse soyeux et fibreux. De nombreuses exploitations de pierre à plâtre y sont ouvertes dans les Marches où on les voit surmontées par la formation subapennine, tandis qu'aux environs d'Ascoli et dans les Abruzzes elles remplissent à elles seules les vallées de la formation crétacée. Le gypse se trouve vers le milieu de l'épaisseur de la mollasse qui est fortement inclinée, quelquefois même sub-verticale et particulièrement développée à l'ouest d'Ascoli jusqu'aux Apennins de la Sibilla, et en longeant le chaînon *dei Fiori*, du Pizzo de Collato au Monte-Corno.

Ce dernier système de couches a été rapporté par les auteurs à la formation tertiaire moyenne, à cause de sa discordance avec les marnes bleues qui le recouvrent et par les fossiles qu'on y rencontre quoique rarement. Les caractères minéralogiques de la mollasse sont d'ailleurs identiques avec ceux du macigno des Apennins, ce qui l'avait d'abord fait placer dans la formation crétacée; mais la superposition transgressive des deux grès aux environs d'Ascoli et dans les Abruzzes justifie leur séparation complète.

Royaume de Naples.

L. Pilla (1) a fait connaître aux environs de Gérace, dans la première Calabre ultérieure, des couches de grès redressées par le granite sous des angles variant de 20° à 90° et qu'il a rapportées au terrain houiller. Plus tard (2) la découverte de quelques coquilles

(1) *Bull.*, vol. VII, p. 306. 1836.
(2) *Ibid.*, vol VIII, p. 198. 1837.

et de débris de plantes le confirmèrent dans cette opinion. Il signala aussi, sous le terrain de transport diluvien de la vallée de Cosenza la mine de sel gemme de Langro, composée de quatre grands étages placés les uns au-dessus des autres, divisés en plusieurs chambres et à la dernière desquelles on arrive par un escalier de douze cents marches entièrement taillées dans la masse de sel, sans l'interposition d'aucune autre roche. Les relations de cette masse énorme avec le dépôt de transport qui la recouvre ont d'abord fait penser à l'auteur qu'elle appartenait à la même époque, mais plus tard (1) il l'a regardée comme de l'âge des marnes sub-apennines.

La mollasse tertiaire et les marnes bleues sub-apennines se montrent dans les Abruzzes le long du littoral de l'Adriatique. Dans les provinces d'Avellino et de Basilicate ces formations pénètrent dans l'intérieur de la chaîne centrale dont elles composent alors avec le macigno la masse principale. Plus au S., la vallée de Cosenza, qui sépare les deux massifs ou rameaux de la chaîne de cette partie de la Calabre, est aussi occupée par des sables de la formation supérieure où les fossiles sont nombreux. Une saline aujourd'hui abandonnée était exploitée à Neto du côté du Jonio ou du Marchesato. Entre Cosenza et Tiriolo les deux rameaux se réunissent pour constituer un massif de schistes cristallins très développés. Le fond de la vallée est rempli de dépôts tertiaires coquilliers qui font croire que, pendant la période sub-apennine, les golfes actuels de Squillace et de Santa-Eufemia formaient par leur réunion un détroit semblable à celui de Messine, et que la Calabre méridionale, dont presque toutes les côtes sont bordées de couches tertiaires supérieures, était une île comme la Sicile de nos jours (2). Pilla, revenant dans cette communication sur les roches charbonneuses de Gérace, semble les faire remonter dans le macigno secondaire, puis il caractérise ainsi deux soulèvements qui auraient affecté l'Apennin du royaume de Naples. L'un dirigé N.-N.-O., S.-S.-E. se voit dans la région septentrionale; il est plus récent que les marnes bleues qu'il a dérangées; le second courant N.-N.-E., S.-S.-O. s'est produit dans la région méridionale, entre le macigno et les marnes sub-apennines. Dans l'Aspromonte (vallée de Vallanidi) le macigno est

(1) *Réunion des savants italiens à Padoue*, séance du 28 septembre 1842.

(2) *Intorno alla separazione*, etc. Sur la séparation des Calabres septentrionale et méridionale. (*Ann. geogr. ital., publ. dal Ranuzzi*, 1re année.)

redressé contre le gneiss, et les marnes tertiaires horizontales le recouvrent transgressivement.

Deux coupes faites à travers les Apennins, aux deux extrémités du royaume de Naples, montrent la relation générale des roches de cette partie de l'Italie (1). La première, au N., part de l'embouchure du Garigliano pour aboutir, en suivant une ligne brisée, à celle du Tronto. L'axe de la chaîne est formé de calcaires probablement de la période jurassique qui est la plus ancienne de ces montagnes. A l'est du Monte-Corno, du côté de l'Adriatique, la formation crétacée ou grès des Apennins lui a succédé, puis, en se rapprochant du rivage, viennent les couches tertiaires. Ce sont les marnes subapennines qui constituent des collines basses, non recouvertes de sable, et renfermant du gypse, du bitume, de la strontiane sulfatée et de nombreux fossiles. Ces dépôts, de même que le macigno, n'existent que du côté de l'Adriatique et manquent sur le versant de la mer Tyrrhénienne ou de Sicile.

En se rapprochant des côtes de la mer Ionienne, on retrouve les sables et les argiles tertiaires dans la vallée de la Mésima, entre Monte-Leone et Seriano, et, sur les montagnes de Tropea, on voit, à diverses hauteurs, des bancs épais de sable granitique semblables à ceux des environs de Reggio, appartenant aussi à la formation supérieure, et reposant transgressivement sur les couches crétacées. Pilla place avec M. Élie de Beaumont le soulèvement des Apennins entre la période crétacée et l'époque tertiaire, et il le regarde aussi comme appartenant au système des Pyrénées. Dans le royaume de Naples, la formation de la craie est partout dérangée, tandis que les strates tertiaires sont encore dans leur position première, ainsi qu'on peut en juger aux environs de Reggio; mais cette assertion a été démentie depuis par les faits les plus précis. Outre ce soulèvement principal, quelques autres dislocations de peu d'étendue se sont produites à divers moments; telles sont entre autres celles qu'a causées l'apparition des serpentines de la partie occidentale de la province de Cosenza (2).

La distribution géographique du terrain tertiaire de l'Italie méridionale nous a paru tracée par M. P. de Tchihatcheff (3) avec

---

(1) *Atti della prima riunione degli scienz. italiani.* Pise, 1839.

(2) Voyez aussi : L. Pilla, *Osserv. geogn. nella parte settentrionale ed orientale della Campania*, § 11.

(3) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces mé-*

beaucoup plus de précision que par les géologues qui l'ont précédé, et ceux qui l'ont suivi semblent n'avoir point connu son travail, du moins ne le citent-ils nulle part ; aussi croyons-nous devoir reproduire une partie des observations de ce savant voyageur, dût-il en résulter quelques répétitions. Les dépôts tertiaires occupent au moins un tiers de la surface du royaume de Naples. Au S., des deux côtés du détroit de Messine, ils se présentent avec des caractères identiques. A l'est de Reggio, ils s'appuyent contre les roches cristallines, et ils forment une bande étroite le long de la côte orientale de la Calabre, depuis le cap Spartivento jusque vers le golfe de Squillace où, un moment interrompu, ils reparaissent bientôt pour occuper tout l'isthme qui sépare ce golfe de celui de Santa-Eufemia. A l'E., au delà de Catanzaro, ils constituent toute la partie de la Calabre appelée *Sile*, puis la principauté de Tarente, la province de Bari, une grande partie de la Capitanate et de la Basilicate, et ils s'avancent à travers l'Apennin jusqu'au tuf volcanique qui borde la Méditerranée (1).

Les fossiles sont très répandus dans ces couches, et, de leur différence sur certains points, l'auteur conclut qu'il existe des dépôts de divers âges et soulevés à des époques distinctes. Ainsi ceux de Reggio et des environs de Teretri et de Nasité diffèrent de ceux de Monte-Leone, comme ces derniers de ceux de la vallée de Crati, de la Basilicate, de Bari, etc. Les couches de Reggio renferment beaucoup d'espèces éteintes, tandis que celles de Crati et de Bénévent auraient leurs analogues vivantes. Dans la Basilicate, il y a également des dépôts de deux périodes.

---

ridionales du royaume de Naples, p. 116 ; in-8, avec carte. Berlin, 1842. — *Esquisse géognostique du Monte-Gargano.* (*Neu. Jahrb.* 1841, p. 39, avec carte.)

(1) Un puits foré à la Reggia de Naples avait atteint, au mois de juillet 1847, la profondeur de 138 mètres. Jusqu'à 124 mètres on avait traversé le tuf gris de Sorrente. Au-dessous on rencontra des sables avec des coquilles tertiaires. L'eau s'étant élevée à 14 mètres seulement en contre-bas du sol, on continua à forer dans une marne argileuse, micacée, coquillière, croyant trouver de l'eau jaillissante dans les argiles bleues que l'on supposait dessous, ou bien entre ces argiles et les calcaires. (L. Cangiano, *Compt. rend.*, vol. XXIV, p. 1109. 1847.) — Id., *Sul pozzo forato nel giardino della Reggia di Napoli.* — Suivant M. Melloni (*l'Institut*, 1er avril 1846), le puits avait atteint 638 palmes (145 mètres), et l'accroissement de température qu'on y a observé n'était que de 1° par 50 mètres de profondeur.

La bande tertiaire étroite qui longe la Méditerranée, d'Amantea à Guardia, comprend un calcaire compacte, des grès et des conglomérats. Le calcaire est jaune ou blanc avec des coquilles assez analogues aux espèces vivantes, et la ville même d'Amantea est assise dessus. Le grès, qui se voit sur les pentes des collines et s'élève assez haut, est en dalles minces, souvent inclinées. Il se montre entre Guardia et Fulcado (Fuscaldo ?), à Fiume-Freddo et à Paolo, village au delà duquel paraît le conglomérat. Ce dernier et le sable sont formés de débris de roches ignées. Le sable n'occupe pas une position constante, mais il alterne avec les autres roches. Les conglomérats, composés de galets de gneiss et de schistes micacés, semblent être partout inférieurs aux roches précédentes.

Le bassin de la rivière de Crati, limité par deux chaînes granitiques au S. et par un massif calcaire dans sa partie occidentale, offre aussi des sédiments tertiaires très variés. Ce sont des calcaires compactes, des masses de conglomérat et de sable. Aux environs de Cosenza, les sables sont très coquilliers, et ils sont particulièrement accumulés, ainsi que les poudingues, le long de la chaîne granitique qui limite le bassin à l'E., tandis que les calcaires et les grès se montrent plus bas vers le milieu de la vallée. En suivant le massif calcaire qui borde le bassin à l'O., au N.-O. et au N., on voit les couches tertiaires acquérir un développement encore plus considérable que dans la vallée de Cosenza, quoiqu'elles soient composées des mêmes roches redressées jusqu'à la verticale (grès de San-Marco).

L. Pilla avait d'abord rattaché le célèbre gisement de sel gemme de Lungro au terrain diluvien, et plus tard au macigno. M. de Tchihatcheff, par suite de l'analogie des roches qui l'accompagnent avec les calcaires arénacés, marneux, associés au soufre en Sicile, et placés par F. Hoffmann dans le terrain secondaire, est disposé à les regarder aussi comme du même âge, et comme étant placés sur le même horizon que le sel de Cardone, dans les Pyrénées. A Lungro, le sel est intimement lié aux roches calcaréo-arénacées qui l'entourent, et qui en sont imprégnées sur une assez grande épaisseur. Ce dépôt s'étend en outre sur les territoires d'Altamonte, d'Aqua-Formosa, et tout le pays est plus ou moins salifère.

La plus grande partie de l'espace compris entre le pied nord-est des Apennins et l'Adriatique est occupée par un ensemble de dépôts dont les caractères géologiques et d'autres circonstances indiquent la contemporanéité avec les marnes bleues. Ces collines, allongées

pour la plupart du N.-O. au S.-E., suivant le cours des rivières et des torrents, tantôt sont composées d'une série de monticules coniques de marnes et d'argiles, tantôt de masses détachées de sable et de galets. En se rapprochant de la chaîne ces dépôts prennent des formes plus variées que dans la plaine, quoique renfermant les mêmes roches. Ils atteignent alors des hauteurs considérables, et constituent de véritables chaînes.

En remontant vers l'O. les roches tertiaires forment encore une bande étroite, de San-Fele, Canza et Santo-Angelo jusqu'au delà de Bénévent, resserré entre le terrain secondaire au N. et au S. Aux environs de Bénévent, ce sont, comme dans la Basilicate, des marnes incohérentes, des sables, des grès plus ou moins compactes, et des conglomérats. Les marnes bleues coquillières forment des collines étendues entre Acerenza et Bénévent, et quelques bancs de lignite y sont subordonnés. De même qu'autour de Messine, les amas de galets reposent sur les marnes et l'argile; enfin il existe un certain nombre de lambeaux tertiaires isolés au milieu des roches secondaires.

L. Pilla (1) a modifié ses premières opinions sur l'âge de certaines couches tertiaires de l'Italie méridionale. Ainsi il a rapporté à la formation moyenne celles de l'Abruzze *ultra-citérieure* et de la pointe de la Calabre. Les premières forment des montagnes considérables entre la chaîne du Grand-Sasso et la bande sub-apennine qui borde l'Adriatique aux environs de Teramo. On y trouve peu de fossiles, mais des empreintes végétales dicotylédones et des bancs de lignite subordonnés. Les secondes, en Calabre, sont beaucoup moins étendues, et se trouvent adossées au massif d'Aspromonte. Ainsi les couches charbonneuses de Gérace, regardées d'abord par l'auteur comme de la période houillère, et ensuite comme de l'époque secondaire, ne seraient pas en réalité plus anciennes que la formation tertiaire moyenne à laquelle appartiennent aussi les dépôts du torrent de Valadini, dell' Annunziata, près Reggio, des environs de Melito, d'Agnana et d'Antonomina, près de Gérace et de Stilo, dans la Calabre *ultra seconda*. Ces dépôts, redressés contre les roches cristallines, ainsi que l'avait déjà dit

(1) *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie; in-8°. Pise, 1845. — Voyez aussi : Pasquale, *Notice géologique sur la Calabre*. (*Bull. de l'Acad. des aspirants naturalistes de Naples*, p. 14. 1841 ?)

M. P. de Tchihatcheff, sont recouverts transgressivement par les marnes bleues horizontales.

Partout en Italie la formation moyenne présente les caractères d'un dépôt de mélange ou d'eaux douces et marines. Elle renferme des coquilles lacustres, des poissons d'eau douce, des débris de végétaux terrestres associés à des coquilles marines, et une grande quantité de combustible, qui prouvent qu'elle a été déposée non loin des côtes ou des îles basses, dans des golfes entourés de tourbières. Nous reviendrons plus loin sur les considérations générales par lesquelles l'auteur termine son ouvrage.

M. J. Nicolucci a publié un travail important *Sur les polythalames fossiles de l'Italie méridionale* (1), travail principalement zoologique et historique, mais dans lequel les gisements ne paraissent pas avoir été indiqués avec tout le soin désirable, ce qui lui ôterait de son intérêt pour la géologie. Nous ne connaissons point d'ailleurs directement cet ouvrage. M. Scacchi (2) a donné aussi une note sur quelques coquilles et zoophytes fossiles des environs de Gravina (3).

§ 5. Sicile.

F. Hoffmann, qui avait d'abord écrit quelques observations détachées sur son voyage en Italie et en Sicile (4), a complété depuis ses publications, divisées en deux parties : la première comprenant la *Description du voyage à travers l'Italie et la Sicile*, la seconde un *Résumé des rapports géologiques de la Sicile* (5). Ce dernier travail, accompagné d'une carte, restera dans la science comme un témoignage de la sagacité et du haut mérite de son auteur; il devra servir de base à tout ce que l'on entreprendra de général par la suite sur ce pays, et l'on ne peut qu'en recommander

(1) *Nuovi ann. delle scienz. natur.*, 2e sér., vol. VI, p. 161. — *L'Institut*, 7 avril 1847.

(2) In-4, avec 2 pl. (*Ann. civ. delle due Sicilie.*)

(3) Voyez aussi, sur l'Italie méridionale, R.-A. Philippi, *Esquisse géologique de la Calabre.* (*Neu. Jahrb.* 1840, p. 434.) — *Sur l'état de la minéralogie et de la géologie à la fin de 1840 dans le royaume de Naples.* (*Isis d'Oken.* 1843, p. 643.)

(4) *Bull.*, vol. III, p. 170. 1833.

(5) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XIII, p. 1 à 310, et 311 à 726, avec carte coloriée. 1839.

l'étude aux personnes qui veulent avoir une idée exacte de la composition géologique de son sol.

Nous rappellerons ici en peu de mots, pour l'intelligence de ce qui suit, l'opinion de M. Ch. Lyell (1) sur les couches quaternaires (*newer pliocene*) de la pointe méridionale de la Sicile. La série des strates du val di Noto se divise en trois étages principaux : le plus récent, qui comprend le grand calcaire du val di Noto ou calcaire d'Ibleo, et qui atteint à Castrogiovani une altitude de 1000 mètres, a de 170 à 230 mètres d'épaisseur dans le val di Noto. Il repose sur les calcaires arénacés et schisteux de Floridia, constituant le second étage, lequel recouvre à son tour les marnes bleues coquillières du troisième. Au-dessous viennent des marnes bleues ou blanches (*creta*), quelquefois gypseuses, s'étendant sur une grande partie de l'île, et contenant du soufre et du sel en abondance. C'est le niveau des marnes sub-apennines. Les environs de Syracuse et tout le val di Noto, y compris les alternats de laves et de conglomérats coquilliers, de même que les environs de Girgenti, de Castrogiovani et de Caltanisetta, sont aussi quaternaires, comme le sommet de la principale des îles Cyclopes (2).

M. C. Gemellaro a donné la *Description d'une nouvelle carte géologique de la Sicile* (3), pour laquelle nous croyons devoir renvoyer à celle d'Hoffmann, dont nous venons de parler, et à la carte réduite de M. de Collegno (4), où les indications du géologue sicilien se trouvent reproduites en partie. M. G. Alessi (5) a rendu compte d'un travail de ce dernier observateur qui a étudié avec soin les roches du val di Noto, placées pour la plupart dans l'époque tertiaire. Suivant M. C. Gemellaro, les vallées sont occupées à l'O. par l'argile, au S. et à l'E. par le calcaire *giuggiulena*

---

(1) *Principles of geology*, vol. III, p. 404, éd. de 1835.

(2) Le mont Epoméo, dans l'île d'Ischia, qui atteint 2605 pieds au-dessus de la mer, la colline des Camaldoli, qui en a 1643, les lits de coquilles qu'on y trouve, de même que tous les tufs de la Campanie, sont de l'époque quaternaire. Les districts maritimes un peu étendus, agités aujourd'hui par de violents tremblements de terre, offrent partout des traces de sédiments marins, soit modernes, soit quaternaires, à une hauteur plus ou moins considérable au-dessus de la mer.

(3) *Giorn. di scienze, lett. ed arti per la Sicilia*, fév. 1834, vol. XLV, p. 128.

(4) *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*. Paris, 1844.

(5) *Relazione accademica per l'anno X dell' Acc. gioen. di Catania*, mai 1834.

(ou *giurgilena*, sorte de brèche calcaire), et aussi par le calcaire à *Pecten*. Les agents volcaniques ont agi sous chaque point du sol, mais ne l'ont bouleversé que là où les roches ignées se sont fait jour par les fentes du calcaire devenu cristallin ou saccharoïde. Le vrai basalte ne se voit jamais sous forme de courants horizontaux alternant avec le calcaire. Le *peperino* se trouve seulement sur les flancs des basaltes globulaires. Quelquefois les laves basaltiques alternent avec le calcaire tertiaire récent, là où ce dernier est altéré par la roche ignée. Le calcaire d'Ibleo n'est pas modifié près des centres volcaniques auxquels il sert de limite, et l'épanchement des laves de la seconde période est évidemment postérieur à tous les dépôts du pays. Enfin les brèches et les tufs résultent des eaux douces qui se trouvaient dans les dépressions des points volcanisés. Le calcaire d'Ibleo aurait ainsi précédé l'apparition des roches ignées qui ont agi sur la mer lors des dépôts plus récents. L'émersion de ceux-ci a mis à découvert les vrais courants de lave, comme l'admet aussi M. Interlandi e Sirugo (1), qui croit que les couches d'Ibleo sont les calcaires tertiaires les plus anciens de l'Italie.

M. C. Gemellaro (2) ne pense pas, comme M. Lyell, que ces mêmes couches forment toutes les sommités des collines du val di Noto proprement dit, ni que les autres roches, telles que la brèche calcaire (*giurgilena*) et le grès, soient toujours placées au-dessous. Ces derniers, au contraire, seraient plus récents, et M. Lyell aurait également confondu certaines couches des environs de Syracuse avec celles de Palerme et le grès de Castrogiovani. Sur la plage, au nord de Catane, il n'y a point de conglomérat volcanique semblable à ceux du val di Noto, mais des masses de lave rejetées par la mer et qui diffèrent du basalte globulaire. L'auteur fait observer, en outre, que dans la plaine de Paterno et du Simeto, d'après M. Lyell, la base de l'Etna, composée de laves modernes, repose sur l'argile et le sable, quoique aux environs de Palagonia ces laves recouvrent le calcaire du val di Noto. L'argile est plus récente que le calcaire d'Ibleo, et ne s'étend pas jusqu'aux limites du district où le bassin hydrographique du Simeto est bordé par le calcaire à *Pecten*. Le dépôt d'atterrissement alluvien de la roche de Fasano,

---

(1) *Atti dell' Accad. gioen. di Catania*, vol XII, p. 333. 1837.

(2) *Esame critico*, etc. Examen critique des articles 7, 8 et 9 du vol. III de l'ouvrage de M. Lyell, intitulé : *Principles of Geology*. Catane, 1835.

près Catane, aurait aussi été pris à tort pour un dépôt marin situé à 200 et 270 mètres au-dessus de la mer. Quant aux autres observations de M. Gemellaro, elles sont relatives à diverses roches ignées du même pays, dont nous parlerons plus tard.

Nous ne possédons pas les éléments nécessaires pour prononcer sur la valeur réelle des objections précédentes; mais fussent-elles fondées, on n'en regrettera pas moins de trouver dans la forme de cette critique une partialité qui doit lui ôter beaucoup de force, en faisant craindre que M. Gemellaro ne se soit pas assez prémuni contre cette tendance fâcheuse des observateurs qui n'ont étudié qu'un petit pays, à ne passer aucune erreur ou omission de détail aux géologues qui, par des recherches plus étendues, ont su généraliser les résultats les plus importants, en tirer des conséquences fécondes, et découvrir des lois dans lesquelles rentrent ensuite une multitude de faits demeurés jusque là stériles et isolés.

M. C. Gemellaro qui avait reconnu, dans cette même partie de la Sicile, deux périodes de sédiments calcaires et deux autres de produits volcaniques (1), est revenu sur ce sujet dans un travail plus récent, dont M. Alessi a donné l'analyse (2). A la suite de ses *Considérations sur le soufre* (3), lesquelles sont principalement minéralogiques, le même géologue a conclu que cette substance se trouvait presque toujours dans le voisinage du gypse, du lignite, du sel, et qu'elle faisait partie des argiles bleues. Le soufre est intimement mêlé à la marne, ou bien s'y trouve en nids et en rognons plus purs et plus cristallins. Dans le premier cas, la mine est plus riche, et la roche n'est point altérée, tandis que dans le second celle-ci, devenue plus compacte, est criblée de vides tapissés de cristaux. Le gypse est plus rapproché du soufre dans cette circonstance que dans l'autre; aussi l'auteur attribue-t-il à l'action des feux souterrains l'état endurci et celluleux de la roche, ainsi que la disposition du soufre en nodules. Cette opinion paraît d'autant plus probable que, lorsque pour extraire le soufre de la marne sulfurifère on la soumet aux fourneaux, elle devient dure et celluleuse comme la précédente, et remplie de minéral cristallisé. Le soufre a pu être aussi converti en acide sulfurique qui aurait changé le carbonate en sulfate de chaux, et comme ce soufre a

(1) *Atti dell' Accad. gioen. di Catania*, vol. III. 1827.
(2) *Ibid.*, vol. X, p. 61. 1835.
(3) *Ibid.*, vol. X, p. 161.

plus de rapport avec les substances d'origine organique, il a pu provenir lui-même de la décomposition des animaux aquatiques.

La côte méridionale de la vallée de Messine offre des sables bruns reposant sur le gneiss, puis des calcaires et des sables blancs qui constituent les collines tertiaires déposées dans un bassin de roches cristallines (1). Le calcaire de Caltabiano et les sables qui l'accompagnent sont encore le prolongement de dépôts du même âge dont la surface est en grande partie recouverte aujourd'hui par les laves de l'Etna, et qui n'apparaissent que sur un petit nombre de points. Dans son *Essai géologique sur la plaine de Catane* (2), M. C. Gemellaro s'est attaché à décrire les couches dont elle est formée et à évaluer le temps qui a dû s'écouler depuis le dépôt des sables de la plage, ainsi que la proportion de leur accroissement.

L'ancienneté et l'origine du soufre et du gypse de la Sicile sont depuis longtemps un sujet de discussions et d'opinions très diverses. On sait que la plupart des observations ou des déductions relatives à l'une de ces substances sont à très peu près applicables à l'autre, car le gypse est en amas subordonnés à l'ensemble de couches qui renferment le soufre. M. Maravigna (3) regarde ce dernier comme appartenant au terrain secondaire et reposant sur des calcaires jurassiques. Il n'admet point l'origine que nous lui avons vu attribuer par M. Gemellaro, car il n'y a pas de traces de coquilles dans les couches où se trouve le soufre, et réciproquement ce minéral n'existe point là où ces coquilles se présentent. Pendant l'époque secondaire, des courants de gaz acide sulfurique, venant de l'intérieur de la terre, ont pu traverser les marnes bleues tenues en suspension dans l'eau, et l'acide en se décomposant aura produit le soufre que l'on trouve mêlé aux marnes. F. Hoffmann plaçait aussi les couches à soufre dans la formation crétacée, mais ce qui paraît certain c'est qu'en Calabre comme en Sicile elles reposent sur des calcaires compactes avec des Hippurites, et que c'est sur les limites de ces derniers et quelquefois même au milieu de la région qu'ils occupent que sont placés les dépôts de soufre. Ceux-ci abondent particulièrement aux environs de Nicosia, de Girgenti et de Cattolica.

---

(1) *Atti dell' Accad. gioen. di Catania*, vol. X, p. 269. 1835.— *Descript. géogn. de la côte méridionale de la vallée de Messine*; in-4. 1836.

(2) *Ibid.*, vol. XIII, p. 117. 1839.

(3) *Compt. rend.*, vol. VII, p. 304. 1838.

M. A. Paillette a étudié cette question et nous emprunterons ce qui suit au rapport que M. Dufrénoy a fait (1) à l'Académie des sciences sur le mémoire de ce géologue. Au-dessus des couches crétacées, dit le savant rapporteur, vient un système de grès ayant à sa base des strates puissants de poudingues, associés à des bancs de grès peu épais, et à sa partie supérieure des marnes noires ou bleuâtres avec des lits subordonnés de calcaire compacte. C'est dans les marnes bleues, ou noires et bitumineuses que se trouve le soufre. Cet ensemble de couches, dont la position relative paraît être bien établie aux environs de San-Filippo, de Leon-Forte et de Nicosia, est placé par M. Paillette dans la formation tertiaire inférieure, ou parallèlement au calcaire grossier du bassin de la Seine (2); mais le rapporteur, se fondant sur la présence de nombreuses Nummulites et d'Orbitolites dans le calcaire compacte qui supporte les marnes foncées à San-Filippo d'Argiro, pense au contraire qu'il doit être regardé comme appartenant à la formation crétacée supérieure. Il rappelle à ce sujet les caractères des roches sur le versant méridional des Pyrénées, dans les vallées de la Cinca et de l'Essera où le lignite, le succin, le gypse et le sel gemme sont associés à des grès calcaires, à des grès argileux et à des marnes schisteuses noires reposant de même sur des calcaires à Hippurites. Le soufre de Connil en Catalogne et celui de Sallies dans les Basses-Pyrénées auraient encore une position analogue, et M. Dufrénoy cite également le soufre de Teruel en Aragon, tout en faisant observer que ce dernier est certainement de l'époque tertiaire.

La liaison du soufre avec le gypse, le sel gemme et le bitume peut faire admettre que, dans beaucoup de cas, ce minéral est un produit postérieur au dépôt dans lequel on le trouve. En Sicile les argiles bitumineuses avec soufre ne présenteraient point les dislocations qu'on observe dans d'autres localités; aussi M. Paillette pense-t-il qu'au lieu d'avoir été la cause de la formation du gypse, le soufre est au contraire un produit de la décomposition de cette roche. Suivant lui le dépôt aurait été, dans l'origine, du gypse marneux bituminifère. Le contact du sulfate de chaux avec une matière organique a pu produire, à une température un peu élevée, du sulfure

(1) *Compt. rend.*, vol. XVI, 8 mai 1843.
(2) M. C. Prévost l'avait auparavant considéré comme étant intermédiaire entre le terrain secondaire et le terrain tertiaire. (*Bull.*, vol. II, p. 404. 1831.)

de calcium, peut-être avec excès de soufre dans quelques endroits, comme on le fait artificiellement en calcinant du gypse bitumineux ou bien du gypse pur avec des argiles très bitumineuses.

Deux hypothèses sont en présence, continue le rapporteur, l'une attribuant la formation du gypse à des vapeurs sulfureuses, qui, venant de l'intérieur du globe, se propagent à travers les couches calcaires qu'elles transforment en chaux sulfatée ; l'autre qui admet que les gypses, déposés comme toutes les couches sédimentaires, ont plus tard donné naissance au soufre par leur décomposition. Beaucoup de faits peuvent être cités à l'appui des deux hypothèses; l'une et l'autre s'accordent avec les phénomènes chimiques observés dans les laboratoires; ainsi les deux solutions peuvent être également vraies, mais seulement dans des circonstances différentes.

M. A. de Pinteville (1), qui a étudié aussi avec soin ces dépôts gypseux accompagnés de soufre, de sel et de succin, les décrit comme composés de marnes crayeuses, de divers calcaires compactes et d'argiles bleu-verdâtre renfermant quelques blocs de grès, le tout associé d'une manière intime et bien séparé des autres roches. A l'exception des coquilles foraminifères de la marne argileuse, les fossiles sont rares dans ce groupe qui occupe un espace considérable, en traversant la Sicile de l'O. 25° à 30° N. à l'E. 25° à 30° S. Depuis la base du mont Eryx jusqu'à son extrémité orientale, entre Pachino et Noto, on peut le suivre sur une longueur de près de 250 kilomètres, sans autre interruption que les montagnes secondaires contre lesquelles il s'appuie et les dépôts tertiaires qui le recouvrent. Contrairement à ce qui a été dit plus haut, l'auteur a constaté que ce groupe, par les contournements et les irrégularités de sa stratification, avait dû éprouver des dislocations très considérables.

Plus anciennement, M. Daubeny avait rattaché ces dépôts à la formation tertiaire sub-apennine, tandis que M. Lyell les avait placés plus bas, et M. Barnaba-la-Via plus haut; mais M. de Pinteville, rappelant l'opinion de F. Hoffmann qui les rapportait à la partie supérieure de la craie, discute avec beaucoup de soin et de sagacité les arguments du géologue allemand, puisés tant dans les

---

(1) *Note sur l'âge du terrain gypseux de la Sicile.* (*Bull.*, vol. XIV, p. 546. 1843.)

caractères paléontologiques que dans ceux tirés de la superposition, et il fait voir le peu de solidité des uns et des autres. Nous reproduirons ici les conclusions de l'auteur, comme résumant un travail bien fait et qui, quoique peu étendu, est infiniment plus instructif et plus propre à résoudre la question que la plupart de ceux qui l'ont précédé.

« Ce groupe, dit-il, caractérisé par les fossiles que nous avons cités, au lieu d'être classé dans la formation crétacée, doit être rapporté à la période tertiaire. Placé à la base du terrain tertiaire de la Sicile, cette position le signale comme en représentant les couches les plus anciennes, quoique la plupart des espèces mentionnées, vivantes encore dans les mers actuelles, indiquent une origine comparativement très récente. Déposé au commencement de la période sub-apennine sur le calcaire à Hippurites et sur les roches basaltiques préexistantes, dont quelques unes même avaient précédé le dépôt de ce calcaire, il a subi un mouvement général de dislocation, coïncidant avec la production du gypse et du soufre, antérieurement au dépôt des argiles sub-apennines qui le recouvrent fréquemment en stratification discordante. Cette dernière circonstance introduit une division marquée dans la formation tertiaire sub-apennine de la Sicile et la coupe en deux étages, l'un inférieur, l'autre supérieur, les argiles formant la base du dernier et servant d'horizon pour le distinguer. »

Paléontologie.

MM. G. Maggiore Cossinese et A. Aradas ont publié un *Catalogue raisonné des coquilles vivantes et fossiles de la Sicile* (1) existant dans la collection de l'un d'eux ; mais ce travail est assez incomplet lorsqu'on le compare aux résultats des longues recherches auxquelles s'est livré M. P. A. Philippi, et dont nous essayerons de rendre compte.

Dans une première communication (2), ce naturaliste s'est attaché à démontrer le peu de fondement de la classification des dépôts tertiaires de la Sicile, d'après les rapports numériques des coquilles fossiles dont les analogues vivent encore, et il ne doute point que, si des tableaux comparatifs semblables étaient faits pour chaque localité, on ne parvînt à trouver toutes les proportions depuis zéro jusqu'à cent. Plus tard, M. Philippi a donné sa *Récapitulation des*

(1) *Atti dell' Accad. gioen. di Catania*, vol. XV, p. 187 et 349. 1839. — *Ibid.*, vol. XVI, p. 49, et vol. XVII, p. 53.

(2) *Neu. Jahrb.* 1842, p. 312. — Studer, *ibid.* 1843, p. 306.

mollusques de la Sicile (1), dont le second volume comprend 814 espèces vivantes et 589 fossiles, c'est-à-dire 274 vivantes et 222 fossiles de plus que dans le volume précédent.

Parmi les coquilles vivantes de l'Italie méridionale, considérées dans leur extension géographique et comparées à celles de l'époque tertiaire (2), 6 espèces se retrouvent dans les mers du Groënland, et 205 sont communes aux côtes d'Angleterre. Ce sont les bivalves qui présentent le plus d'espèces analogues. Le nombre des genres, l'étendue et la variété des types sont plus considérables dans les mers d'Italie que dans celles des Iles Britanniques, et les espèces les plus communes d'un côté sont les plus rares ou manquent même complétement de l'autre (3). Avec la faune des îles Canaries, dont on connaît 196 espèces, il y en a 77 de communes. La faune du Sénégal diffère davantage de celle de la Méditerranée que celle des Canaries. Les mollusques de la mer Rouge ont au contraire plus d'analogie avec ceux des côtes d'Italie, car 84 espèces sont communes et 9 se retrouvent autour des îles Séchelles, dont la faune connue comprend 276 espèces. Entre les Etats-Unis et l'Europe, 13 espèces sont communes, dont 6 fluviatiles et terrestres (4). Sur

---

(1) *Enumeratio molluscorum Siciliæ*, vol. I. Halle, 1843. — *Fauna molluscorum regni utriusque Siciliæ, cum viventium tum in tellure tertiariâ fossilium, quas in itinere suo observavit*, vol. II; in-4, avec planches. 1844.

(2) *Arch. für naturgesch.*, vol. X. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 1, p. 95. — *L'Institut*, 16 juillet 1845. — M. Philippi avait publié dès 1834 plusieurs observations sur ce sujet. (*Neu. Jahrb.* 1834, p. 316 et 520.)

(3) On a vu (*antè*, p. 136) que M. Ed. Forbes se fondait sur la présence de coquilles du Nord dans les dépôts de la Sicile (*Mya truncata*, *Lutraria solenoides*, *Cyprina islandica*, *Ostrea edulis*, *Patella vulgata*, *Fusus antiquus contrarius et Buccinum undatum*) pour supposer une communication directe entre la Méditerranée et la mer Glaciale pendant l'époque quaternaire, supposition qu'aucune donnée géologique n'a encore confirmée.

(4) M. A. Gould (*Boston Journ. of nat. history*, vol. III, p. 486. 1840-41), qui signale dans le Massachusetts 274 espèces de coquilles, dont 29 sont terrestres, 42 d'eau douce, 203 marines, et 9 mollusques nus (2 terrestres et 7 marins), trouve (p. 488) qu'il y a au moins 70 des espèces marines qui vivent sur les côtes d'Europe. Les coquilles terrestres communes aux deux continents sont : *Helix aspersa*, *H. hortensis*, *H. cellaria*, *H. pulchella*, et peut-être *H. lucida*, et le *Bulimus lubricus*. Les *Lymnæa palustris* et *stagnalis*, indiquées par M. Ed. Forbes, paraissent douteuses à M. Gould. Plu-

ces 13 espèces, 5 seulement vivent dans la Méditerranée. Des 293 que comprend la faune de la mer des Antilles, autour de Cuba, 45 se retrouvent dans la Méditerranée, et sur 260 des côtes sud-ouest de la Nouvelle-Hollande, il y en aurait 11.

Dans ses remarques sur les mollusques vivants des côtes de l'Italie méridionale et de la Sicile, comparés à ceux de l'époque tertiaire du même pays, M. Philippi (1) fait voir que des 537 espèces vivantes il y a 188 bivalves, 10 brachiopodes, 11 ptéropodes, 313 gastéropodes, et 15 cirrhipèdes; et que de 576 espèces fossiles il y a 231 bivalves, 13 brachiopodes, 5 ptéropodes, 322 gastéropodes, et 5 cirrhipèdes. Ainsi la faune tertiaire était un peu plus riche que celle de nos jours. Si, d'une part, on peut croire que les recherches ultérieures accroîtront le nombre des espèces fossiles plus que celui des vivantes, de l'autre le laps de temps représenté par l'époque tertiaire étant beaucoup plus long, tellement que certaines espèces ont pu s'éteindre et d'autres apparaître, il est probable qu'à un moment donné de cette époque la faune n'était en réalité ni plus riche ni plus pauvre qu'actuellement (2).

Quant à la proportion des espèces de mollusques vivantes et éteintes, on voit que, sur 537 espèces vivantes, 169 ou un peu moins du tiers n'ont pas été rencontrées à l'état fossile dans le sud de l'Italie, entre autres trois espèces d'*Orthis*; et que des 576 coquilles fossiles 193 ou presque exactement le tiers ne vivent plus actuellement; de ce nombre serait la *Terebratula biplicata*, Sow. (3). En outre, il y en a 20 qui ne vivent plus dans la Méditerranée, mais

---

sieurs des espèces communes aux côtes opposées de l'Atlantique auraient été transportées par le commerce. (*Rep.* 9th *Meet. brit. Assoc. at Birmingham.* 1839.) — Voyez aussi : *antè*, p. 135, 457 et 458.

(1) *Edinb. new philos. Journ.*, vol. XXXVIII, p. 203. 1845. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 1. 1846. — Ces chiffres, peu d'accord avec ce qui suit et ce qui précède, sont probablement ceux que l'auteur a donnés dans ses premières communications et qu'il a modifiés ensuite.

(2) En adoptant cette donnée pour base d'un calcul approximatif sur le nombre total des espèces de mollusques des diverses époques géologiques, ce nombre s'élèverait à cinq fois celui des espèces vivantes, c'est-à-dire à 40000, si l'on admet que les mers actuelles nourrissent 8000 espèces de coquilles.

(3) La présence de cette espèce si essentiellement secondaire, et celle du genre *Orthis*, qui n'a pas encore été cité au-dessus du système permien (le genre *Leptæna*, qui s'en rapproche le plus ne

qui appartiennent à d'autres mers, ce qui fait 383 espèces communes à la faune tertiaire et à la faune moderne. Si parmi les 193 espèces éteintes quelques unes indiquent un climat plus chaud, il y en a d'autres qui appartiennent actuellement à une zone plus froide, de sorte que l'on peut regarder comme hors de doute que dans l'Italie méridionale le climat, pendant l'époque tertiaire, n'était ni beaucoup plus chaud ni beaucoup plus froid qu'il n'est à présent. On ne pourrait objecter que les Éléphants, les Hippopotames et les Rhinocéros habitaient alors la Russie, et même l'ont habitée depuis, car les espèces étant différentes de celles qui vivent aujourd'hui sous des latitudes plus basses, rien ne prouve qu'ils ne pourraient exister encore sous le climat de la Sicile.

En envisageant les espèces sous le rapport du nombre des individus dans les époques tertiaire et moderne, on voit qu'il y en a une certaine quantité qui étaient très répandues dans les deux époques, mais que beaucoup d'autres, qui étaient fort communes à l'époque tertiaire, sont actuellement rares ou éteintes, tandis que celles, qui étaient rares ou même n'existaient pas, sont abondantes aujourd'hui. Les plus répandues dans les eaux qui baignent à présent les côtes de Sicile et d'Italie (*Venus geographica*, *V. lactea*, *V. Poli*, *Turbo neritoides*) n'ont pas encore été trouvées à l'état fossile.

En général, les différences observées entre les individus vivants et fossiles d'une même espèce ne sont pas plus grandes qu'entre ceux d'une même espèce qui appartiennent à la même époque. Aussi, dans les catalogues, a-t-on souvent mis des coquilles fossiles pour des vivantes, à cause de leur état parfait de conservation, et les coquilles fossiles d'Abbate, près de Palerme, qui sont entraînées dans la mer par les eaux, servent souvent d'habitation aux Bernard-l'Hermite de la côte. Ailleurs on observe que certaines espèces ont été beaucoup plus grandes dans les mers anciennes, et l'inverse a lieu pour la *Bulla lignaria*, *Terebratula vitrea*, *Corbula nucleus*. Mais le nombre de ces dernières est comparativement faible. On peut donc seulement conclure que les anciennes conditions d'existence relativement au nombre, à la localité, au fond de la mer, etc., étaient plus favorables au développement de quelques espèces, et qu'elles l'étaient moins à l'égard d'un plus petit nombre d'autres;

---

dépasse pas le lias), doivent faire douter de l'exactitude de ces déterminations.

mais généralement ces conditions ressemblaient beaucoup à celles d'aujourd'hui.

Les fossiles abondent surtout dans les argiles, la marne et le sable. Les mêmes espèces se trouvent à la fois dans les diverses couches et dans diverses roches, et l'on a déjà dit (*antè*, vol. I, p. 406) que, suivant M. Philippi, les espèces actuelles vivaient indifféremment sur les côtes de sable, de vase, etc. Dans les 26 localités ou gisements de coquilles cités par lui, la proportion entre les espèces éteintes et vivantes diffère depuis Monasterace, où elle est de 77 pour 100, jusqu'à Pouzzoles, où toutes ont leurs analogues vivantes. Le passage de l'époque tertiaire à l'époque actuelle a donc eu lieu graduellement, et aucune grande révolution n'a occasionné de ligne de démarcation bien tranchée. Les espèces ont successivement disparu pour être remplacées successivement aussi par d'autres jusqu'à la faune actuelle. Aussi, dit l'auteur, ne pouvons-nous point établir de subdivisions dans les dépôts tertiaires de l'Italie méridionale, puisqu'il n'est pas possible de tracer de limite entre l'époque tertiaire et l'époque quaternaire, non plus qu'entre celle-ci et la nôtre. La division de la série tertiaire en formations inférieure, moyenne et supérieure n'y est pas applicable non plus, en tant qu'elle serait fondée sur la proportion relative des espèces vivantes et éteintes; et, pour d'autres pays, il serait facile de démontrer qu'elle est incertaine et arbitraire. Enfin on peut admettre, avec un grand degré de certitude, que ces dépôts tertiaires de l'Italie ne se sont pas élevés en même temps du fond de la mer, mais qu'ils ont été émergés par des mouvements nombreux et répétés qui se sont même continués jusque dans les temps historiques (1).

---

(1) Voyez à ce sujet : Erichson's, *Arch. für naturgesch.*, *zehnter Jahrgang*, *vierte Heft*, p. 348. 1844. — M. R.-A. Philippi a aussi publié : *Sur une nouvelle espèce de* Pollicipes *du calcaire tertiaire de Tremonti*. (*Neu. Jahrb.* 1835, p. 512. — *Sur deux nouveaux genres de polypiers fossiles de la Calabre* (*Phyllodes*). (*Ibid.* 1841, p. 662, pl. XI, f. B.) — *Sur l'*Alecto alticeps, *Comatule et Ophiures des couches tertiaires de Palerme*. (*Ibid.* 1844, p. 540, pl. VI.) — Cantraine, *Malacologie méditerranéenne et littorale*, *ou Description des mollusques qui vivent dans la Méditerranée ou sur le continent de l'Italie*, *ainsi que les coquilles qui se trouvent dans les terrains tertiaires italiens*; in-4, 6 pl. 1840. — F. Hoffmann, *Sur la marne crétacée de la Sicile*. (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XIII, p. 377. 1839.) C'est une roche composée de foraminifères et d'infusoires siliceux. A Solfara elle constitue un véritable banc de tripoli;

§ 6. Iles de Malte.

Les îles Maltaises, dit M. T. Spratt (1), ont leur grand axe dirigé du N.-O. au S.-E. sur une longueur d'environ 29 milles. Toutes les couches qui les constituent sont sédimentaires et marines. Elles sont quelquefois dérangées, mais en général leur inclinaison est faible, et varie du N.-E. à l'E.-N.-E. Leur direction coïncide ainsi avec celle des Apennins et avec la ligne intermédiaire que l'on remarque en Sicile, du Val di Noto à Polizzi. L'auteur y établit ensuite quatre divisions ou groupes qui sont de haut en bas : 1° le *calcaire corallien*, 2° le *grès jaune* et les *argiles bleues*, 3° la *pierre à bâtir* (*freestone*), 4° le *calcaire semi-cristallin*.

Le calcaire corallien est une roche blanchâtre ou brun rougeâtre, souvent dure et compacte. Les fossiles y abondent, particulièrement sur la côte septentrionale de Malte. Dans la falaise de l'extrémité occidentale de la vallée de la Gianhina son épaisseur est de 32 mètres; le plus ordinairement elle est de 7 à 20. Les bancs ont été ravinés, et les portions isolées qui subsistent encore sont employées sous le nom de *marbre de Gozo*.

Le grès jaune, mélangé de grains d'un vert noir, a 6 à 7 mètres d'épaisseur. Ses fossiles nombreux diffèrent de ceux de l'étage précédent. Une petite espèce de Nummulite constitue presqu'à elle seule certaines couches. Des bancs d'Huîtres y sont intercalés. Les dents et les os de Requins y sont communs, mais les débris de cétacés y sont rares. L'argile bleue qui vient au-dessous a de 30 à 40 mètres d'épaisseur. On y trouve des cristaux de gypse et quelques nodules de soufre. Les fossiles peu répandus sont principalement des Mitres.

Le troisième groupe comprend cinq assises distinctes. D'abord un grès calcarifère blanc, de 7 à 10 mètres de puissance, et au-dessous une marne gris-bleuâtre ou jaunâtre de 7 mètres. Quelques coquilles foraminées sont disséminées dans ces deux premières assises. Un calcaire blanc ou jaune pâle (*freestone*) de 6 à 10 mètres,

---

à Cattolica elle est feuilletée, et se trouverait à la base de la formation apennine crétacée. Il y a probablement dans cette dernière désignation quelque erreur semblable à celles qu'a signalées M. de Pinteville dans le Mémoire dont nous avons parlé (*anté*, p. 812).

(1) *On the geology of Maltese Islands.* Sur la géologie des îles Maltaises. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 225. 1843.)

qui leur succède, est divisé en lits minces. On y trouve des nodules de silex et des coquilles silicifiées sur le côté nord-ouest des montagnes de Bengemma. Cette roche, employée quelquefois comme pierre d'appareil, s'altère promptement. Un banc de grès calcarifère de 0^{m},70 à 2^{m},50 d'épaisseur vient au-dessous; il est brun clair, très dur, presque uniquement composé de moules de coquilles avec des nodules de grès. Ses caractères sont très constants. On l'observe particulièrement dans l'île de Gozo, dans la baie de Marsa el Forno, et à la base de la falaise sous le fort Chambray. L'assise la plus inférieure est un calcaire blanc jaunâtre (*freestone*), de 12 à 16 mètres de puissance, et généralement employé pour les constructions dans les deux îles; il est même exporté sur beaucoup de points du littoral de la Méditerranée, à cause de la facilité avec laquelle il se laisse tailler. On y a trouvé une Tortue au sud de la cité Valette.

Le calcaire jaune semi-cristallin, très épais, atteint une épaisseur de 130 mètres sur la côte nord-ouest de l'île de Gozo. Il est exploité pour pierre de taille sur divers points de l'île de Malte, à l'ouest de la ville, près de Musta, et à l'ouest de la Valette.

Une faille considérable traverse l'île perpendiculairement à l'axe de la chaîne et abaisse les couches d'environ 100 mètres. Une faille à peu près semblable dans l'île de Gozo produit, au sud-est de cette dernière, une dépression correspondante à celle de Malte, de sorte que l'effet des deux dislocations a été d'abaisser tout l'espace qui sépare les deux îles. La petite île de Comino, située dans cet intervalle, ne laisse voir que les couches du troisième groupe. Au sud de la faille de Malte, les strates plongent à l'E.-N.-E., et l'abaissement dans toute la largeur de l'île est de 66 mètres. Au nord de la faille de Gozo, celle-ci présente la contre-partie de la portion sud de Malte, seulement les dépôts sont un peu plus développés, et les fossiles plus variés et plus nombreux. Au nord de la faille les couches plongent au N.-E., et sur la côte sud-ouest le calcaire semi-cristallin, qui offre des falaises perpendiculaires de 130 mètres d'élévation, paraît se prolonger de la même quantité au-dessous du niveau de la mer. On a sur ce point la plus grande coupe que l'on puisse observer dans ces îles.

Dans la partie septentrionale de Gozo, le calcaire corallien, le grès jaune et l'argile ont été moins dénudés que dans l'île de Malte. Le point le plus élevé de la crête des collines centrales est à 212 mètres au-dessus de la mer, et toutes les collines terminées par des

plateaux ont des pentes rapides qui offrent de bonnes coupes des étages supérieurs.

Quant à la partie de chacune des deux îles qui a été abaissée par la faille, M. Spratt fait voir qu'au nord de celle de Malte on n'aperçoit que le calcaire cristallin, le grès jaune, l'argile bleue et quelques couches de calcaire. La plupart des vallées sont dirigées dans le sens de l'inclinaison. Il n'y a d'autres sources que celles qui proviennent des argiles bleues. Le long de la côte, sur les pentes abruptes des escarpements, on remarque des traces horizontales indiquant les niveaux que la mer a successivement occupés à mesure que le sol s'élevait, et des terrasses, qui entourent les collines partout où la nature de la roche permettait sa destruction rapide par l'action des vagues, prouvent encore mieux ces changements de niveau.

M. Ed. Forbes (1) a examiné les fossiles recueillis dans chacun des groupes précédents, d'abord par M. Spratt, et ensuite par d'autres personnes, et il y a reconnu 80 à 90 espèces appartenant à des animaux de diverses classes (2). Les cétacés et les poissons ont été déterminés comme étant de la formation tertiaire moyenne. Il y avait parmi les céphalopodes 3 espèces : 1 Sèche et 2 Nautiles, et parmi les ptéropodes la *Vaginula depressa.* Les gastéropodes sont, pour la plupart, à l'état de moules. 4 espèces de brachiopodes sont des Térébratules des marnes sub-apennines ou vivant dans la Méditerranée. Plusieurs espèces de bivalves ont été décrites par M. Deshayes dans la *Géologie de la Morée*, et les autres seraient en partie propres à ces îles. Les échinodermes sont surtout nombreux, et ont été figurés dans l'ouvrage de Scilla. Il y a, en outre, plusieurs espèces nouvelles, et il est remarquable d'y rencontrer certains genres inconnus ou très rares jusqu'à présent dans l'époque tertiaire. L'auteur signale 1 *Cidaris*, 1 *Echinus*, 3 *Nucleolites*, 1 *Galerites*, 3 ou 4 *Spatangus*, 3 *Brissus*, 4 *Clypeaster* et 1 *Scutella*. Les *Clypeaster altus*, Lam., *marginatus*, id., *tarbellianus*, Grat., *scutellatus*, Marc. de S., et la *Scutella subrotunda*, Lam., sont de la formation moyenne de l'Italie et du midi de la France. Il en est

(1) *Note on the fossils*, etc. Note sur les fossiles trouvés dans les diverses couches de la formation tertiaire des îles de Malte et de Gozo. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 230.)

(2) *Report on the collection*, etc. Rapport sur la collection des fossiles tertiaires de Malte présentée par MM. Spratt, W. Collings et miss Attersal, Mém. lu en mars 1844. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV. p. 231.)

de même, parmi les polypiers, du *Cellepora mamillata*, de Blainv., de l'*Eschara monilifera*, Miln. Edw., et de plusieurs autres. Ainsi ces dépôts, dit M. Forbes, sont plus récents que ceux des bassins de la Seine et de la Tamise, et plus anciens que les couches de la Sicile et autres de la formation supérieure ; ils peuvent donc appartenir à la formation moyenne du sud de la France et du nord de l'Italie, quoique, ajoute-t-il, ils puissent être antérieurs aux faluns de la Touraine et au crag de l'Angleterre.

§ 7. Iles de Corse et de Sardaigne.

M. L. Pareto (1) a de nouveau décrit les trois lambeaux tertiaires de l'île de Corse que M. J. Reynaud (2) avait fait connaître depuis longtemps, mais il ne semble pas avoir beaucoup avancé la question de leur âge relatif. On a vu (*antè*, p. 279) que l'île de Pianosa était d'une formation très récente et nous en avons, quoique avec doute, rapporté les couches à l'époque quaternaire ; peut-être doit-il en être de même des dépôts tertiaires de la Corse, à en juger par les débris de trachytes que l'on y trouve et qui ne peuvent provenir que des éruptions contemporaines des marnes bleues de la Sardaigne et de l'Italie, ou postérieures à ces mêmes marnes. Les sédiments tertiaires de la Sardaigne ont été mentionnés par M. A. de la Marmora (3) qui y a distingué des couches de la formation moyenne, peu développées à la vérité, mais nettement superposées aux trachytes et caractérisées par l'*Operculina complanata*, d'Orb., et un *Echinus*. Elles se trouveraient à la fois sur la côte septentrionale de la Sardaigne et sur celle de la Corse qui lui est opposée. Les couches de Bonifacio appartiendraient alors à cette période ; mais comme les trachytes de la Toscane et des États-Romains sont plus récents, il nous paraît douteux que la superposition des dépôts tertiaires aux trachytes de la Sardaigne soit un motif concluant pour les ranger dans la formation moyenne. Les marnes sub-apennines sont d'ailleurs fort étendues dans la partie centrale de l'île, vers le pied occidental de

---

(1) *Cenni geognostici*, etc. Observations géognostiques sur la Corse. 1844?

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 1, avec carte et coupes. 1833.

(3) *Atti della seconda riun. degli sc. ital.*, etc. Turin, p. 124. 1840.

la chaîne. A l'E. il y en a à peine quelques traces et elles sont caractérisées par le *Pecten pleuronectes*, Lam.

Observations générales relatives au chapitre VIII.

L. Pilla (1) ayant essayé de généraliser les données que l'on possède sur la géologie de l'Italie et des îles qui en dépendent et d'y rattacher les traces de dislocation qu'on y a observées, nous terminerons l'examen du terrain tertiaire de cette-partie de l'Europe en exposant quelques uns des résultats qu'il a publiés. L'auteur a d'abord recherché les directions qu'affectent les diverses parties de la chaîne des Apennins, depuis le Col de Tende jusqu'en Calabre et en Sicile, puis celles qu'on remarque dans les îles de Corse et de Sardaigne. Outre le système de soulèvement N.-S., signalé dans ces deux îles par MM. L. Pareto et de la Marmora, il existe, dans la partie occidentale de la première, une ligne de soulèvement dirigée O.-S.-O. à E.-N.-E., et vers la partie septentrionale de la seconde une ligne N.-N.-O., S.-S.-E. qui au centre tourne du S.-S.-O. au N.-N.-E. Les circonstances géologiques en rapport avec ces directions n'indiquent pas toutes des soulèvements distincts.

Dans l'Apennin de la Ligurie occidentale, M. L. Pareto (2) et M. A. Sismonda (3) reconnaissent plusieurs lignes de soulèvement. Ainsi les calcaires secondaires des environs de Cazale et du Tortonais ont souvent la direction O.-N.-O., E.-S.-E. des Pyrénées. La formation tertiaire moyenne, fréquemment disloquée, est portée à une grande hauteur, tandis que les marnes sub-apennines sont restées en place. Du Tortonais à la Bormida la mollasse est dirigée S.-S.-O., perpendiculairement à l'Apennin principal et parallèlement aux Alpes occidentales. A l'ouest de Gênes, elle s'aligne sur les ophiolites ou serpentines que M. Élie de Beaumont rapporte à ce même soulèvement et qu'il regarde comme la cause du relèvement de la chaîne ligurienne. La formation des marnes sub-apennines aurait été émergée lors du soulèvement des Alpes orientales.

La portion de la chaîne comprise entre Parme et Florence n'offre point de caractères géologiques qui déterminent le moment précis de son soulèvement. M. Élie de Beaumont l'a rattachée, comme

(1) *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie; in-8. Pise, 1845.

(2) *Sopra alcune alternazione*, etc. Sur quelques alternances de couches fluviatiles et marines dans les collines subapennines.

(3) *Osservazioni su i terreni*, etc. Observations sur les terrains tertiaire et crétacé du Piémont.

on sait, au système des Pyrénées. La chaîne métallifère de la Toscane ou les Alpes Apuennes est postérieure à la formation tertiaire moyenne, mais l'est-elle également à la formation supérieure, comme le croit M. Savi, d'après certaines brèches osseuses signalées par M. Pasini ? C'est ce dont Pilla paraît douter. Dans la Toscane, le macigno est disloqué du N.-N.-E. au S.-S.-O., tandis que les anagénites et les schistes cristallins le sont du N.-N.-O. au S.-S.-E. La première direction est celle du macigno de la Ligurie et des Alpes occidentales; la seconde n'a point d'analogue connue.

De la Romagne jusque dans la Calabre, il y a encore beaucoup de confusion, on remarque seulement que dans l'Abruzze de Teramo, les formations tertiaires moyenne et supérieure, adossées à l'axe de la chaîne qui y atteint sa plus grande hauteur, sont intimement liées l'une à l'autre et montrent un soulèvement dirigé au N.-N.-O. qui est peut-être postérieur à la plus récente des deux. Quant à la dernière partie de l'Apennin continental son âge paraît être bien déterminé. Ainsi la mollasse qui recouvre les schistes cristallins est très disloquée, tandis que les marnes bleues qui la recouvrent transgressivement sont encore dans leur position première.

En Sicile les monts Pélores doivent leur origine à la même fracture que celle qui a produit les montagnes de la Calabre méridionale. D'après l'opinion exprimée par M. de Buch, au congrès de Milan, la séparation de la Sicile du continent serait l'effet d'une fracture avec écartement latéral (*ispostamento*) des parties du sol, lors du soulèvement. La chaîne côtière de l'île aurait été déterminée après l'époque des Éléphants et des Hippopotames ou à la fin des dépôts quaternaires.

Le système N.-S. de la Corse et de la Sardaigne a été placé entre les formations tertiaires inférieure et moyenne, mais en Corse une direction O.-S.-O., E.-N.-E., due probablement à l'apparition des masses dioritiques qui traversent le granite, paraît être plus récente que le soulèvement N.-S.

Pilla conclut de diverses considérations que la principale commotion qui a produit la chaîne des Apennins n'est pas celle qui a été contemporaine du soulèvement des Pyrénées, mais bien celle qui a eu lieu lors du soulèvement des Alpes occidentales. Les ophiolites ont surgi après le macigno et avant la formation tertiaire moyenne qu'elles n'ont point dérangée; l'éruption des granites et des trachytes, postérieure aux dépôts tertiaires moyens et supérieurs, aurait pu les affecter, mais le peu de développement de ces roches

ne permet pas de leur attribuer cet effet, d'où l'auteur induit que le soulèvement de l'Apennin est dû à une de ces grandes causes souterraines qui, à plusieurs reprises, ont disloqué la surface de la croûte du globe. Depuis lors, M. Amari (1) a placé ce soulèvement vers la fin de la période tertiaire supérieure, tandis que M. de Spada le regarde comme plus ancien et ayant mis fin à la période moyenne.

(1) *Réunion des savants italiens à Naples en* 1845.—*L'Institut*, 4 fév. 1846.

CHAPITRE IX.

TERRAIN TERTIAIRE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

§ 1. Espagne.

Iles Baléares.

Le terrain tertiaire de Belver, près Palma, dans l'île de Majorque, repose sur des calcaires marneux, gris-bleu, que M. A. de la Marmora (1) rapporte à la formation crétacée, et qu'il met en parallèle avec ceux de Caltagirone et de Girgenti, en Sicile, regardés par MM. F. Hoffmann et C. Prévost comme établissant le passage entre les terrains secondaire et tertiaire. Ils sont recouverts, à stratification discordante, par un poudingue calcaire que surmonte un calcaire moellon jaunâtre, sablonneux, avec quelques lits de coquilles marines. Les dépôts tertiaires se montrent ensuite sur plusieurs points au pied de la chaîne principale de l'île. Entre Palma et Algaida, ils constituent la montagne isolée de la Randa, où se trouvent des calcaires marneux peu fossilifères, passant vers le haut à l'état grenu, et plongeant de 10° au S.-S.-O. Les fossiles sont particulièrement nombreux dans le calcaire de Muros. La chaîne de l'Arta, que l'auteur n'a point visitée, court presque perpendiculairement à la précédente et parallèlement à celle de Minorque. Les dépôts quaternaires, très développés aussi, ont été déjà mentionnés (*antè*, p. 283).

A Ciutadela, dans l'île de Minorque (p. 61), le terrain tertiaire est horizontal, et se trouve à 40 mètres au-dessus de la mer; il est recouvert dans les parties basses par des lambeaux quaternaires (*antè*, p. 284).

Bassins de l'Ebre et du Guadalaviar.

Les observations géologiques de M. S. E. Cook (2), publiées en 1834, ayant été déjà l'objet d'une analyse assez étendue de la part

---

(1) *Observations géol. sur les îles de Majorque et de Minorque.* (*Mém. de l'Acad. r. des sc. de Turin*, vol. XXXVIII, p. 55. 1835.) Voyez aussi : de Collegno, *Observations géologiques sur les îles de Majorque et Minorque.* Turin, 1834.

(2) *Sketches in Spain.* Esquisses sur l'Espagne, vol. II, p. 288-336. Paris, 1834.

de M. A. Boué (1), nous n'y reviendrons pas ici. M. Ant. Toschi (2) a présenté de nouveaux détails sur le mont Jouy, près Barcelonne, en répétant la coupe qu'en avait faite précédemment M. de la Marmora (3). Il pense que les couches ont été redressées par les serpentines qui viennent affleurer au niveau de la mer, et que des éboulements ont recouvertes. Toutes les couches sédimentaires, au nombre de 13, sont concordantes, et plongent de 24° au N.-N.-E. Le mont Tibidabo, qui fait partie de la chaîne des Cattserolas, paraît dû au soulèvement du granite à travers le terrain tertiaire.

Dans la vallée du Guadalaviar, entre Teruel et la frontière du royaume de Valence, le sol est occupé par un dépôt peu ancien, entouré de roches crayeuses. M. Max. Braun (4) y a distingué deux étages : l'un inférieur, composé de conglomérats, de sable et de marnes rouges, a une épaisseur d'environ 100 mètres; l'autre supérieur, d'une puissance à peu près égale, offre une composition beaucoup plus variée. A sa base sont des marnes qui alternent avec des bancs calcaires remplis de coquilles lacustres. Aux environs de Libros, les couches, presque toutes gypseuses, renferment les mêmes fossiles, tandis que celles qui les recouvrent en sont presque dépourvues, et sont composées de gypse saccharoïde et de marnes gypseuses avec des veines et des rognons de chaux sulfatée cristallisée. Entre Libros et Riodeva un banc régulier de marne gypseuse imprégnée de soufre, et d'un mètre d'épaisseur, partage la masse en deux parties égales. Les coquilles, et surtout les Planorbes, y sont très répandues. Elles ont été moulées par le soufre, quoique souvent leur test soit resté intact. Au-dessus on trouve un banc de gypse et de marne avec quelques rognons de soufre, et plus haut des calcaires compactes avec de petites Paludines, puis de nouveaux bancs de gypse saccharoïde et de marnes, enfin des calcaires et des dolomies couronnant les collines. Près de Villel, un dyke de basalte a traversé et fortement dérangé ces couches rapportées à la formation tertiaire supérieure. Le soufre serait, d'après l'opinion de l'auteur, le résultat de la réduction de l'acide sulfurique produit par

---

(1) *Résumé des progrès de la géologie.* (*Bull.*, vol. V, p. 328.)
(2) *Intorno ad alcuna località*, etc. Sur quelques localités d'Espagne et de France visitées dans l'automne de 1846. Paris, juin 1847. — *Nuovi ann. delle scienze nat. di Bologna*, fév., mars 1847.
(3) *Bull*, vol. IV, p. 351. 1834.
(4) *Ibid.*, vol. XII, p. 169. 1841.

la décomposition des corps organisés enfouis dans les mêmes couches.

M. Amalio Maestre (1) s'est aussi occupé de ces dépôts et des sédiments marins de la province de Teruel, placés par lui dans la période moyenne ou de la mollasse. Les principaux bancs exploités dans les carrières de Tarragone ont 60 varas d'épaisseur (50 mètres). M. J. Ezquerra del Bayo (2) pense que ce système de couches des environs de Tarragone recouvre des roches de la période carbonifère, mais il ne se prononce pas sur leur âge. Les roches ignées qui les ont dérangées par place y ont occasionné des effets de métamorphisme plus ou moins prononcés.

Au midi de la Seu-d'Urgel, poursuit M. Amalio Maestre, est un dépôt lacustre avec Paludines, Lymnées, Planorbes, Hélices et Néritines, interrompu sur quelques points, mais qui se retrouve à la Conque de Tremp, à l'est d'Igualada, sur le revers du mont Serrat, et constitue la plaine de Cervera à Tarragone, à l'ouest de la chaîne de Prades, jusqu'à Huesca, dans le Haut-Aragon. Dans la province de Barcelone, la partie inférieure renferme des couches de lignite, et dans celles de Lerida et de Tarragone la supérieure atteint jusqu'à 67 mètres d'épaisseur. Ce dépôt se compose, de bas en haut, d'un conglomérat de cailloux roulés, d'origine crétacée, d'argiles plastiques rouges, de marnes siliceuses jaunes, de grès jaunes, de gypse souvent lamellaire, blanc ou rouge, de marnes grises ou jaunes, et de cailloux roulés au sommet. Le gypse est parfois imprégné de sulfate de soude, et quelques assises calcaires y sont intercalées. Cet ensemble de couches constitue également toute la plaine de Saragosse.

La formation tertiaire des bords du Guadalaviar est divisée par l'auteur en quatre groupes, dont le premier ou le plus élevé forme, au nord-ouest de Teruel, les collines où se trouve le gisement de mammifères fossiles de Coneud, cité par Bowles (Bœuf, Cheval, Hyène? Mastodonte et un grand ruminant). Au-dessous viennent des gypses blancs ou rouges, compactes ou cristallins, sans fossiles, puis des gypses sablonneux avec du sulfate de soude et des cristaux d'un carbonate quadruple de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse (variété de Braunerite), et un [illegible] avec Lym-

(1) *Géognosie de la Catalogne et d'une p*[illegible] *des mines d'Espagne* vol. III, 1845. — [illegible] p. 624. 1845.)

(2) *Anales de minas*, etc., vol. IV, p. 477 [illegible]

nées, Planorbes, etc, passant à un grès calcaire et à un conglomérat. Le second groupe, que l'on voit en descendant le Guadalaviar, se compose de calcaire siliceux avec des coquilles d'eau douce, de grès jaunâtre, de conglomérat en couches épaisses et d'un second calcaire semblable au précédent.

Le troisième groupe, bien développé entre Libros et les mines de soufre dont nous venons de parler, présente de haut en bas : 1° un calcaire siliceux jaunâtre, dur, avec des Planorbes, des Paludines, etc.; 2° du gypse compacte rouge; 3° un calcaire siliceux avec les mêmes fossiles et du soufre disséminé; 4° un calcaire noir, dur, fétide; 5° du gypse compacte blanc ou rouge; 6° un calcaire blanc terreux. L'épaisseur totale de ces six premières couches est de plus de 67 mètres; puis viennent au-dessous : 7° des marnes gypseuses, bitumineuses, avec des cristaux de gypse et des végétaux charbonneux et qui accompagnent constamment le soufre; 8° du gypse spéculaire fibreux; 9° du soufre dont les masses les plus pures, disséminées dans le gypse, sont jaunes et contiennent jusqu'à 95 pour cent de minéral. Le plus ordinairement ces masses sont verdâtres et rendent de 50 à 60 pour cent de soufre pur. Les Planorbes, les Paludines et les Lymnées ont conservé leur test, mais les conifères et les plantes aquatiques sont changés en soufre. On compte jusqu'à sept alternances de soufre et de marnes, dont la plus grande épaisseur est vers le N., à Zanillos et Sainte-Anne de Herrero. Au S., vers Celtibera, ce sont des lits de silex pyromaques qui contiennent les nodules de soufre. En continuant à descendre dans la série, on trouve : 10° des marnes gypseuses et bitumineuses gris clair, et 11° un calcaire lacustre. L'inclinaison générale de tout le groupe est de 6° à l'E. Enfin, le quatrième comprend des grès et des calcaires sans fossiles, des marnes bleues avec du lignite et des grès passant à un conglomérat qui repose sur les assises crétacées.

Dans la province d'Huesca, les dépôts d'eau douce sont des marnes, des calcaires, des sables et des conglomérats de toutes les couleurs (1). On y trouve sur les bords de la Cinca des indices de lignite, entre des marnes noires et des calcaires bitumineux. Ces couches paraissent être le prolongement de celles qui sont au sud-ouest de Lerida, et qui se continuent ensuite vers l'Ebre. Les grands amas de combustible des vallées de l'Ebre et de la Sègre semblent

(1) Don J. Aldama, *Apuntes geognostico-mineros de la provincia de Huesca*, etc. (*Anales de minas*, etc., vol. IV, p. 226. 1846.)

devoir offrir à l'industrie des ressources très considérables, leur exploitation étant favorisée par le voisinage de trois rivières. Saragosse est bâtie sur des couches remplies de coquilles d'eau douce, comme Gurrea de Gallego, Villanueva, Zuero, Almudebar, Los Corrales, Ayerbe, etc. Des calcaires compactes, à cassure écailleuse, peu dure, gris ou blanchâtres, avec des Lymnées, des Planorbes, etc., se voient aussi sur plusieurs points. Au sud-ouest d'Huesca se trouvent des grès horizontaux, ou faiblement ondulés, peu solides et à grain fin.

Centre et Sud de l'Espagne.

M. Traill (1) avait déjà mentionné la plupart de ces assises lacustres de la Catalogne et de l'Aragon, mais dans la Vieille-Castille il nous semble avoir rapporté à la formation oolithique des dépôts beaucoup plus récents et probablement tertiaires. M. Daubeny (2) s'est occupé des sédiments de cette dernière époque aux environs de Madrid, et M. J. Ezquerra del Bayo (3) a remarqué que les vallées actuelles de l'Espagne forment de vastes plaines dont le sol, par les fossiles qu'on y rencontre jusqu'à de très grandes profondeurs, indique l'existence de lacs fort étendus pendant l'époque tertiaire. Comme ces couches n'offrent point de dislocations et que les coquilles lacustres qu'on y trouve vivent encore dans le pays, on est porté à les regarder comme appartenant à la formation supérieure. L'auteur établit trois groupes distincts dans l'ensemble de cette série d'eau douce : le plus élevé qui est principalement calcaire, le groupe moyen qui est marneux et gypseux, et l'inférieur composé d'argile avec des assises de conglomérats de cailloux roulés ou nagelfluh.

Le bassin tertiaire du Douro qui s'appuie au N. sur le versant méridional des Pyrénées cantabriques vers Saldanha, s'étend au midi jusqu'à Mingoria sur plus de 40 lieues de long. Les cours d'eau y parcourent des vallées étroites qui ont jusqu'à 170 mètres de profondeur. Le groupe supérieur a une puissance de 15 à 20 mètres. Les assises calcaires alternent avec des grès, des marnes et des argiles. Près d'Arevalo, elles deviennent siliceuses et passent à un silex

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie de l'Espagne. (*Rep. 7th Meet. brit. Assoc. at Liverpool*, 1837 (Londres, 1838), vol. VI, p. 70.)

(2) *Ashmolean Soc. of Oxford* [illegible] — *L'Institut*, 26 mai 1844.

(3) *Ann. des mines d'Espagne* [illegible] sér., vol. II, p. 631. 1845. — *Neu. Jahrb.* [illegible] 1846, p. 188.

quelquefois opalin et calcédonieux, comme à Vicalvano et à Vallecas dans le bassin du Tage. Le groupe moyen a une épaisseur de plus de 66 mètres; il est composé vers le haut de couches marneuses avec des cristaux de gypse, et vers le bas de calcaires lacustres. Le groupe inférieur dont la base n'a pas été atteinte comprend une assise de poudingue (nagelfluh), où des ossements de *Mastodon angustidens* ont été recueillis près de Paredès.

Le bassin de l'Ebre, dont nous venons de parler, offre la même composition. Les couches gypseuses y sont colorées en rouge par le peroxyde de fer, et des bancs de sel existent à la base du groupe moyen. Le bassin du Douro annoncerait l'ancienne existence d'un seul lac fort étendu, tandis que celui de l'Ebre aurait été occupé par plusieurs lacs échelonnés les uns au-dessus des autres. Par sa disposition, c'est avec le premier que le bassin du Tage montre le plus d'analogie. Le calcaire siliceux supérieur occupe la plaine de Torrica, les territoires de Madrid, d'Alcala, de Guadalaxara et de Colmenos. Le groupe marno-gypseux qui affleure dans les vallées présente, dans la cristallisation du gypse, des caractères qui diffèrent de ceux des localités précédentes. Le nagelfluh est rarement à découvert. Des débris d'Éléphants et de Mastodontes ont été rencontrés aux environs de Tolède. Le groupe supérieur est le seul qui puisse être observé dans le bassin du Guadiana, à cause du peu de profondeur des vallées. Le lac dans lequel il s'est déposé était compris entre les montagnes de Tolède au N. et la Sierra-Morena au S.-E. Déjà moins étendu que les précédents, sa superficie était encore réduite par la présence de quelques îles, comme celles que formaient les coteaux de Valdipenas à Santa-Crux. Les dépôts gypseux et salifères du bassin d'Aranjuez sont recouverts par des calcaires d'eau douce (1). Dans celui de l'Atenares, entre Cerezo, Guadalaxara et Alcala, M. Ramon Pellico (2) décrit des marnes, des grès, des conglomérats, des argiles, du sable et du gypse alternant et reposant sur d'autres gypses avec des roches rapportées au zechstein. Plus au N.-O. M. G. Schulz (3) a signalé dans la partie orientale de la Galice deux bassins tertiaires dont l'âge n'est pas encore déterminé à cause de l'absence des fossiles. Ils sont formés de marnes

(1) *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 335.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 648. 1846.
(3) *Bull.*, vol. IV, p. 416. 1834. — *Description géognostique du royaume de Galice*, etc. Madrid, 1835.

argileuses vertes, d'une sorte d'arkose désagrégée, de calcaires et de marnes blanches. Il y a aussi des sables et des argiles avec lignite, mais point de gypse.

M. H. de Meyer (1) a fait connaître les fossiles du Cerro de San-Isidoro, près de Madrid (*Mastodon angustidens*, *Sus*, *Anchitherium Ezquerræ*, *Anoplotherium*, *Palæotherium*, etc.), et M. J. Kaup (2) des débris de mammifères provenant probablement de la même localité (*Palæotherium aurelianense*, *Mastodon*, etc.).

M. Leplay (3) a ajouté quelques détails à ce que l'on savait déjà du terrain tertiaire du centre et du sud de l'Espagne, d'après les travaux de MM. Cook (4) et Ch. Silvertop (5), dont M. Boué a donné une excellente analyse (6). Après avoir esquissé rapidement les caractères des marnes, des gypses et des calcaires lacustres des plateaux de la Vieille et de la Nouvelle-Castille, M. Leplay attribue leur élévation à un soulèvement très récent, et qu'il croit pouvoir rapporter à celui des Alpes occidentales. Au pied sud de la Sierra-Morena se présentent des dépôts de transport qui recouvrent des calcaires marins dont les coquilles paraissent être semblables à celles des couches tertiaires de la Corse.

A l'embouchure du Guadalquivir, à San-Lucar, à Cadix, à l'île de Léon, à Chielana, à Conil et à Vejer le sol est composé de sable et de calcaires plus ou moins dérangés renfermant de nombreux fossiles. Entre Vejer et Tarifa les montagnes sont formées de calcaires compactes. La ville de Tarifa et le phare sont bâtis sur des poudingues et des calcaires coquilliers qui règnent ensuite le long de la côte, en remontant au N.-E., vers Gibraltar.

Le bassin qui s'étend d'Alhama à Grenade comprend des calcaires coquilliers, des marnes et du gypse. Toutes les collines des environs de Grenade et les pentes de la Sierra-Nevada offrent des sables

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 289.

(2) *Ibid.*, 1840, p. 537.

(3) *Itinéraire d'un voyage en Espagne.* (*Ann. des mines*, 3e sér. vol. V, p. 175. 1834.)

(4) *Sketches in Spain*, etc. Esquisses sur l'Espagne pendant les années 1829-1832, 2 vol. in-8. Paris, 1804.

(5) *On the tertiary formations*, etc. Sur les formations tertiaires du royaume de Murcie. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 216, 234 et 485; — vol. II, p. 80. 1833.) — *Edinb. new phil. Journ.*, octobre 1833. — *London and Edinb. philos. Magaz.*, n° 17, p. 370.

(6) *Bull.*, vol. V, p. 328. 1834.

argileux et des couches épaisses de cailloux roulés, et au delà de la Véga ces strates recouvrent les marnes et les gypses du bassin lacustre d'Alhama. Les sables et les galets que l'on trouve aussi à une grande élévation au-dessus de la plaine de Grenade font penser à l'auteur que la Sierra-Nevada doit son relief actuel à un soulèvement fort peu ancien. Si, comme tout paraît l'indiquer, le dépôt de transport du Generaliffe est contemporain de celui des Castilles, qui surmonte de même des marnes et des gypses tertiaires, il serait démontré que la Sierra-Nevada est le trait le plus saillant des actions énergiques qui ont achevé de dessiner le relief de la Péninsule, à l'époque du soulèvement des Alpes orientales.

Dans ses *Observations sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie* (1), le même géologue rapporte à la formation tertiaire moyenne les couches des environs de Cordoue qui longent le pied de la Sierra-Morena et forment des collines de plus de 100 mètres d'élévation au-dessus du Guadalquivir. La roche est un calcaire coquillier, tendre et poreux. La ville de Cordoue est bâtie sur une alluvion, mais la rive droite du fleuve est composée de marnes grises, argileuses, de 80 mètres d'épaisseur.

Près de Badajoz, une chaîne de collines calcaires est coupée transversalement par le Guadiana. Dans l'escarpement opposé à la ville, le calcaire est marneux, gris rougeâtre, caverneux, rempli de fossiles d'eau douce, et associé à des marnes argileuses. Ces calcaires et ces marnes, qui plongent de 75° vers l'E., courant à l'O. 68° N., passent à des dolomies qui alternent avec des roches compactes non effervescentes. Les dolomies sont tantôt cristallines, tantôt jaunâtres et compactes. Les couches qui les séparent sont talqueuses, blanches, terreuses et schisteuses, ou bien compactes et passant d'un état à l'autre. Au delà viennent des masses considérables de roches cristallines allongées dans le sens des couches précédentes, et composées de feldspath, d'amphibole et de cristaux de diallage. M. Leplay regarde les dolomies comme une altération des couches lacustres, en rapport avec l'apparition des euphotides, laquelle, dans l'Estramadure, serait postérieure aux couches tertiaires les plus récentes.

La formation supérieure serait représentée, comme dans les Castilles, par des cailloux roulés quartzeux, tantôt accumulés et

(1) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. VI, p. 297. 1834.

incohérents, ou empâtés dans un ciment grossier, tantôt disséminés dans les argiles ferrugineuses. Quelquefois des sables et des argiles la composent seule. Elle recouvre les marnes, les gypses et les calcaires compactes, et serait l'équivalent du dépôt de transport ancien que nous avons vu, dans la Provence et le Dauphiné, placé parallèlement aux marnes sub-apennines.

Dans un troisième article sur l'Estramadure (1), l'auteur s'est livré à quelques considérations générales, dont nous extrairons ce qui se rapporte à notre sujet. Il ne s'est déposé, dans cette partie de l'Espagne, aucun sédiment, depuis la fin de la période houillère jusqu'au commencement de la période tertiaire moyenne. Les euphotides et les diorites qui ont dérangé la seconde, et même la troisième formation tertiaire, paraissent être contemporaines des ophites (diorites) des Pyrénées, et ce dernier soulèvement serait indiqué par la direction des grands cours d'eau, tels que le Douro, le Tage, le Guadiana et le Guadalquivir, qui coulent de l'E. 17° N. à l'O. 17° S. La formation des fissures et le remplissage des filons d'Almaden seraient aussi du même temps, c'est-à-dire beaucoup plus récents qu'aucune des veines métallifères que l'on connaît.

Lors du soulèvement des Alpes occidentales la partie orientale de l'Espagne fut relevée parallèlement à cette chaîne, et alors furent tracées les côtes de la Catalogne, de Valence, de Murcie, etc. D'après M. Silvertop, les dépôts tertiaires supérieurs de cette dernière province reposeraient sur les couches redressées de la formation moyenne. Pendant la dernière période tertiaire, la Péninsule était encore réunie à l'Afrique par une ou deux langues de terre, et limitée complétement au N. par la mer; ainsi l'Espagne se trouvait dans la dépendance de l'Afrique, comme elle l'est aujourd'hui du continent européen. L'Atlantique et la Méditerranée se joignaient au nord des Pyrénées par un détroit fort resserré, entre la pointe de la montagne Noire et le prolongement des Corbières, et dont l'axe serait représenté par le canal du Languedoc, comme elles se joignent aujourd'hui au sud de la Péninsule, où se trouve un rétrécissement semblable entre le cap de Gate et celui de Tres-Forcas.

On peut opposer à l'hypothèse et à la conclusion de M. Leplay que rien ne prouve encore la jonction de la Méditerranée avec l'Océan au pied du versant septentrional des Pyrénées. Aucun dépôt marin

(1) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. VI, p. 477. 1834.

de la formation tertiaire supérieure n'a été constaté le long de l'axe dont il parle, et la disposition qu'affectent ceux qui existent à l'E. et à l'O., même en remontant plus haut dans la série géologique, démontre que la communication n'existait pas, et qu'au lieu du détroit supposé il y avait un isthme étroit séparant deux golfes ouverts, l'un à l'E. et l'autre à l'O.

Les contours de la Péninsule, continue l'auteur, étaient indiqués par les montagnes que l'on voit encore; mais tout le centre, la province de Léon, la Vieille et la Nouvelle-Castille, la Manche et les plaines actuelles de l'Andalousie étaient submergées en grande partie. Cette mer intérieure, probablement séparée alors de la Méditerranée, était divisée en trois par la Sommo-Sierra, les monts de Tolède et la Sierra-Morena. C'est alors que tout le fond de la mer intérieure de la Péninsule paraît avoir été soulevé en masse jusqu'à une hauteur de 600 mètres au-dessus de l'Océan. Mais ici encore nous ne voyons mentionnée aucune trace de l'existence réelle de cette mer intérieure, supposée et divisée en trois parties; car M. Leplay ne décrit aucun dépôt tertiaire marin, ni même d'eau saumâtre dans l'espace central compris entre les montagnes de la Sommo-Sierra, au N., celles de Cuença, à l'E., et la Sierra-Morena, au S. Les observateurs qui l'ont précédé ou suivi n'en ont pas reconnu non plus, et nous ne voyons partout que des sédiments d'origine exclusivement et essentiellement lacustres.

Les ophites, poursuit-il, ont pénétré à travers l'ancien sol, depuis les Pyrénées jusqu'au centre de l'Andalousie, et alors, dans les plateaux de la Nouvelle-Castille, comme sur les deux versants des Pyrénées, le sel gemme et le gypse furent amenés au jour. Plusieurs chaînons partiels, de diverses époques, se trouvèrent reliés entre eux par cette action des roches ignées, ainsi qu'on le voit dans la chaîne qui sépare les deux Castilles de la Sierra-Morena. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il y a ici des faits complétement distincts, savoir : les sels secondaires amenés au jour par les mouvements du sol, des gypses peut-être secondaires ou d'origine métamorphique accompagnant les roches pyrogènes les plus récentes, et des gypses certainement tertiaires et subordonnés aux couches lacustres de la manière la plus régulière, dans la plupart des anciens bassins d'eau douce de l'Espagne.

La Sierra-Nevada, suivant M. Leplay, aurait également acquis son relief lors de l'apparition des ophites, et établi une liaison entre les montagnes qui bordent la côte, de Malaga à Gibraltar. La même

révolution, en soulevant la côte méridionale de l'Espagne, aurait rompu, par un mouvement contraire, les terres qui l'unissaient à l'Afrique et produit le détroit actuel, tandis qu'au N. le terrain tertiaire de la Gascogne et du Languedoc ayant été émergé reliait l'Espagne à l'Europe. Nous avons fait voir plus haut le peu de fondement de cette dernière assertion, et, quant à la première, l'étude comparative des deux côtés du détroit ne semble pas l'avoir encore suffisamment justifiée, la rupture pouvant tout aussi bien résulter d'une fente perpendiculaire au soulèvement qui a redressé la mollasse, sur la côte opposée de l'Afrique comme sur celle de l'Europe.

Nous reviendrons ailleurs sur les remarques théoriques fort importantes et fort ingénieuses relatives au soulèvement des montagnes, dont l'auteur a fait suivre ses observations géologiques, et il en sera de même de ses recherches sur les roches secondaires et de transition.

Dans le royaume de Murcie, M. de Amar de la Torre (1) a décrit, au confluent du Rio-Mundo et de la Segura, les mines de soufre de Hellin, ouvertes dans un dépôt tertiaire en couches légèrement ondulées. On y observe de haut en bas un lit de cailloux roulés, des grès, des argiles feuilletées grises ou jaunâtres, avec du gypse blanc bacillaire, puis les lits de soufre, au nombre de 16, dont l'épaisseur varie de $0^m,01$ à $0^m,41$, et qui, avec les bancs qui les séparent, ont une épaisseur totale de $10^m,03$. Dans quelques lits bitumineux se rencontrent des poissons d'eau douce et des végétaux terrestres.

Ainsi que l'avait déjà constaté M. Silvertop, M. Sauvage (2) a reconnu que les formations tertiaires moyenne et supérieure de la même province étaient tout à fait discordantes entre elles. La direction de la côte de la Méditerranée, depuis le cap de Gate jusqu'à Valence, et celle des principales chaînes qui traversent le pays, correspondent au soulèvement des Alpes occidentales, comme on l'avait remarqué depuis longtemps. Le gypse, en couches et en nodules, est très répandu dans la seconde formation, dont il constitue les principaux éléments à Lorca, Totana, Lumbreros, Velaz, Cullar de Baza, etc. Les sources thermales sont aussi fort abondantes, et le soufre se trouve dans les couches lacustres à Ricote et à Salero, comme dans

(1) *Ann. de minas*, etc., vol. II, p. 263. — *Ann. des sc. géol.* vol. I, p. 249.
(2) *Ann. des mines*, 4e sér., vol IV, p. 97. 1843.

les exploitations d'Hellin, dont nous venons de parler. L'alunite des roches volcaniques d'Almazarron est exploitée depuis longtemps, et donne des produits considérables. « L'aspect général de la pro-
» vince de Murcie, dit M. Sauvage, est bien en rapport avec la
» constitution géologique de la contrée. Le terrain de transition qui
» compose les montagnes de la côte et les chaînes de l'intérieur en est
» le trait le plus saillant. Le terrain tertiaire forme ou des plateaux
» élevés ou des plaines basses, au milieu desquelles sont creusés de
» grands ravins, larges et souvent profonds, lits de torrents à sec.
» Les ophites constituent de petites éminences alignées à peu près
» E., O.; et enfin les roches volcaniques présentent les cônes et les
» cratères de soulèvement d'aspect caractéristique. »

Au pied de la Sierra-Almagrera, suivant M. Lambert (1), s'étendent des conglomérats alternant avec des marnes. Les argiles renferment du gypse semblable à celui des environs de Paris. Ces dépôts remplis de coquilles marines ont été fréquemment dérangés par l'apparition des diorites, des porphyres, des trachytes et des basaltes.

La ville d'Almeria est bâtie au fond d'une baie sur des roches tertiaires, poreuses ou grenues, et remplies de fossiles. Le sol environnant est composé, d'après M. Paillette (2), d'une sorte de brèche ou poudingue à noyaux de calcaire de transition, de schistes talqueux ou de gneiss reliés par un ciment calcaire. Les bancs calcaires placés sous le poudingue renferment beaucoup de coquilles, entre autres le *Pecten scabrellus*, Lam., si répandu dans la formation supérieure des environs de Perpignan. Ces couches fort étendues sont d'ailleurs horizontales. Près de Bena-Maurel et au *Baranco de las Hieseras*, on exploite le soufre natif dans du gypse cristallin, et, au milieu du soufre et du gypse, on trouve de petits cailloux de quartz roulés, semblables à ceux du poudingue environnant, comme si ces deux substances s'étaient déposées après avoir été dissoutes dans l'eau. Au nord-ouest d'Almeria, les calcaires grenus ou poreux, les marnes et les sables s'arrêtent sur les premières pentes de la Sierra de Gador. A l'O. ce sont des conglomérats bréchiformes ou des poudingues récents à

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 318.
(2) *Ann. des mines*, vol. XIX, p. 215. 1841. — Voyez aussi : Ezquerra del Bayo, *Observations géologiques sur la province d'Almeria*. (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 353.)

ciment calcaire. Les dépôts tertiaires et diluviens s'étendent ensuite, au pied de la Sierra de Alhamilla, en nappes puissantes qui se prolongent jusqu'au cap de Gate.

M. Amalio Maestre (1), dans un mémoire géognostique sur le littoral de la Méditerranée, a décrit également le terrain tertiaire du royaume de Murcie et de l'Andalousie, depuis le cap Palos jusqu'au détroit de Gibraltar. La Sierra de Mijas (p. 168) est entourée de dépôts lacustres dont plusieurs bancs solides et caverneux sont employés à Malaga pour pierres de construction. Entre Marbella et Rio-Verde est un dépôt tertiaire marin rempli d'Huîtres, de *Pecten*, de Clypéastres, etc., de 50 à 84 mètres d'épaisseur, puis viennent des dépôts d'eau douce composés d'argile, de calcaires compactes, à cassure conchoïde avec d'innombrables, Hélices, des Bulimes et d'autres coquilles fluviatiles et terrestres.

Nous avons déjà fait connaître (*antè*, p. 285) le résultat des recherches de M. J. Smith (2) sur le massif de Gibraltar où il ne paraît pas exister de couches tertiaires moyennes, et qui a éprouvé des mouvements d'oscillation jusque dans la période actuelle; aussi nous bornerons-nous à rappeler la notice dans laquelle ce géologue a résumé certaines considérations générales sur le terrain tertiaire de l'Espagne (3). A en juger par les fossiles, les couches situées au nord de la plaine qui sépare Gibraltar du territoire espagnol, et qui forment des collines de grès grossier, jaunâtre, plongeant de 12° au S.-O., seraient du même âge que celles qu'a mentionnées M. Silvertop (4) dans les royaumes de Murcie et de Grenade, et que nous venons de décrire d'après M. Spratt dans les îles Maltaises. A Cadix, et entre Xérès et Séville, de semblables dépôts sont contemporains de ceux des bords du Tage, que nous verrons placés à leur tour sur l'horizon des faluns de la Garonne (5). Ils seraient ainsi, comme l'a fait observer M. Agassiz, l'équivalent

(1) *Ogeada geognostica y minera*, etc. Oviedo, 1846. — *Ann. de minas*, vol. IV, p. 166. 1846.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 298. 1845. — *Ibid.*, vol. II, p. 41. 1846. — *Philos. Magaz.*, mars 1845.

(3) *Proceed geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 452. 1844. — *Quart. Journ.*, *id.*, vol. I, p. 23. 1845. — *Philos. Magaz.*, 1845. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LVII, p. 191. 1845.

(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 216, 234 et 485. — *Ibid.*, vol. II, p. 80. 1833.

(5) *Ibid.*, vol. III, p. 492.

de la mollasse de la Suisse, et représenteraient par conséquent la formation tertiaire moyenne qui s'étend dans toute la partie sud du continent européen.

§ 2. Portugal.

D'après M. D. Sharpe (1), les couches tertiaires des environs de Lisbonne sont exclusivement marines et rangées dans trois étages désignés comme il suit : 1° Sables supérieurs; 2° couches d'Almada; 3° conglomérat inférieur. Ces dépôts occupent un bassin qui s'étend de l'embouchure du Tage à Abrantès, sur une longueur d'environ 80 milles. La plus grande partie de ce bassin se trouve au sud du fleuve.

L'étage supérieur est composé de sable quartzeux gris et fin de 34 mètres d'épaisseur, puis de sables ferrugineux, quartzeux, à gros grains avec du gravier, et dont la puissance totale est de 50 mètres. Les strates horizontaux et sans fossiles recouvrent presque tout le terrain tertiaire placé au sud du Tage. L'exploitation du mercure qui avait lieu à Coina, vers le bas de cette assise, a été abandonnée en 1801. Les paillettes d'or que l'on trouvait dans le Tage provenaient aussi de cette partie inférieure des sables. Aujourd'hui on lave ceux de la côte près Adiça. L'exploitation qui date du xv[e] siècle avait été abandonnée, puis reprise en 1814 jusqu'en 1826, époque à laquelle elle a cessé de nouveau. 373 marcs d'or ont été recueillis dans ce laps de temps (2).

L'étage des couches d'Almada est d'une composition très variable. Dans la falaise, près de ce bourg, son épaisseur est de 110 mètres. On y voit une alternance de sable jaune, de calcaire, de marne, d'argile, de sable vert, de marnes et de calcaires sableux, dans lesquels les coquilles sont plus ou moins répandues. Du mercure a été trouvé en petite quantité dans le sable qui recouvre les argiles blanches, l'assise la plus importante de l'étage. Plusieurs re-

---

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie des environs de Lisbonne. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 28. 1839. — *Transact.*, *id.*, vol. VI, p. 107. 1841. — *Bull.*, vol. X, p. 108. 1839.) — Voyez aussi : d'Eschwege, *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. IV, p. 395, et vol. VI, p. 264.

(2) *Mercure et or natif dans le terrain tertiaire de Lisbonne, et lavage de ces minerais par les vagues de la côte.* (*Allgem. Zeitung d'Augusta*, 12 mai 1843.)

dressements sous des angles de 10 à 15° au S.-E., et des failles très considérables ont dérangé la régularité de ces strates qui se prolongent au sud et au nord du Tage, se montrent vers le milieu de Lisbonne, et sur lesquels est bâtie la partie basse de la ville. Au centre du district tertiaire on remarque une série de roches plus anciennes qui s'étend de Palmella au cap d'Espichel, et qui est aussi bordée par une zone étroite de l'étage d'Almada. Les bancs plongent en sens inverse des deux côtés de ce relèvement dirigé N.-N.-E., S.-S.-O., et les plus grandes dislocations s'observent sur le bord du Sado au pied de la Sierra de Vizo.

M. Sharpe donne une liste de 63 espèces de coquilles provenant de ces diverses assises, et dont 20 n'ont pas encore été décrites. Un certain nombre de celles qui sont connues se retrouvent dans les faluns du bassin de la Garonne, mais elles ne paraissent pas être assez prédominantes pour se prononcer sur la contemporanéité des dépôts qui les renferment. Si l'on compare ceux-ci avec les couches marines mentionnées en Espagne à Alhama, Lorca, Baza, etc., on reconnaîtra entre eux une relation très sensible, et l'on verra que l'*Ostrea longirostris* (1) est une des coquilles les plus répandues à l'est et à l'ouest de la Péninsule.

L'étage inférieur est une réunion de divers conglomérats, de sable, de grès, de calcaire et d'argile bien stratifiés. Au N. il repose sur le grès rouge, mais partout ailleurs c'est sur le basalte. Au-dessous de Lisbonne, des collines basaltiques sont recouvertes par des lits d'argile renfermant du basalte à divers états de décomposition et sur lesquels reposent les couches d'Almada. Nulle part, dit l'auteur, la séparation des terrains secondaire et tertiaire n'est mieux tranchée que dans ce pays. Les couches du premier ont été disloquées et dénudées avant le dépôt de celles du second, qui s'étendent non seulement sur les sédiments crétacés les moins anciens, mais encore sur des roches de divers âges. La séparation est marquée en outre par une masse énorme de basalte qui avait recouvert les formations secondaires avant le dépôt d'aucun strate tertiaire, et qui contribua par son altération et sa dégradation à former les plus anciens de ces strates.

---

(1) Il est probable que c'est de l'*Ostrea virginica* dont il est ici question, espèce que l'on a souvent confondue avec celle des marnes qui surmontent le gypse du bassin de la Seine.

M. J. Smith (1), après avoir comparé les fossiles des couches d'Almada avec ceux d'autres bassins, pense que ces couches appartiennent à la période tertiaire moyenne; mais il trouve qu'il y a entre ces fossiles et ceux des faluns des environs de Bordeaux et de Dax, une différence plus grande qu'on ne devait l'attendre du peu de distance de ces points. La proportion des espèces vivantes est peu propre à résoudre la question, car elle a été établie de 23 pour cent par M. de Basterot pour les coquilles du bassin de la Garonne, et de 37 pour cent par M. Grateloup, tandis qu'aux environs de Lisbonne elle serait de 28. Par suite de la grande difficulté de bien définir et de bien caractériser l'espèce, l'auteur pense que la proportion des espèces vivantes peut donner une approximation pour décider à laquelle des grandes divisions du terrain tertiaire un ensemble de couches appartient, mais qu'elle ne peut préciser l'ancienneté relative de deux dépôts presque du même âge. Tout en adoptant cette manière de voir, on ne doit pas oublier que la pointe avancée que forme vers le N.-O. la Galice et les Asturies plaçait les mollusques qui vivaient dans le bassin de Lisbonne et ceux qui peuplaient le golfe de Gascogne dans des conditions assez diverses pour expliquer les différences que présentent les deux faunes en les supposant contemporaines, différences dont on trouve des exemples tout à fait comparables dans la nature actuelle comme dans les formations tertiaires d'autres pays.

En résumé, M. Smith a reconnu 150 espèces de coquilles dont 124 ont été déterminées. Sur ce nombre 20 sont nouvelles, 50 se retrouvent dans les faluns des environs de Bordeaux, 17 dans ceux de la Touraine, 15 dans les marnes sub-apennines, 8 dans l'argile de Londres et le calcaire grossier, et 35 ont leurs analogues vivantes. Quelques espèces se rencontrent aussi dans la mollasse de la Suisse, de Vienne (Autriche) et en Morée. Les poissons sont l'*Oxyrhina xiphodon* du bassin de la Garonne, les *Carcharias productus* et *megalodon* du bassin de Londres, le *Galeus aduncus*, le *Lamna denticulata*, et parmi les cétacés une espèce de Dauphin.

Résumé.

En réunissant ce que nous savons des dépôts tertiaires de la Pé-

(1) *On the age*, etc. Sur l'âge des couches tertiaires des bords du Tage, avec un catalogue de leurs fossiles. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 462. 1841. — *Quart. Journ., id.*, n° 12, p. 410. 1847, avec 5 pl. de fossiles.)

ninsule Ibérique tout entière, on voit que la formation inférieure, telle que nous l'avons caractérisée jusqu'à présent, n'y a pas encore été signalée, et que, si elle existe, ce n'est que sur des points très restreints, ou bien est représentée par des sédiments dont l'âge n'est pas rigoureusement déterminé. On voit en outre que le groupe nummulitique dont nous traiterons plus tard, à l'exception de la région pyrénéenne, n'a été indiqué au S. que dans le royaume de Murcie, le long des affluents de la Segura, sur les limites des provinces de Valence et de Grenade, et près de Cordoue, dans la partie méridionale de la Sierra-Morena. L'âge des couches tertiaires marines de l'Andalousie et de toute la côte méditerranéenne est aussi fort incertain. Quelques géologues les regardent comme parallèles à la mollasse ou appartenant à la période tertiaire moyenne; d'autres trouvent une grande analogie entre les fossiles que l'on y rencontre et ceux de la période supérieure ou sub-apennine. Une étude plus détaillée justifiera sans doute l'une et l'autre opinion, comme l'ont déjà pressenti plusieurs observateurs. Les couches de l'embouchure du Tage paraissent être, du moins en partie, de la formation moyenne.

Relativement aux dépôts d'origine d'eau douce, leur âge est encore plus difficile à établir lorsqu'ils se trouvent à une certaine distance des côtes et des dépôts marins. Les ossements qu'on y a rencontrés jusqu'à présent ne permettent pas de les regarder non plus comme plus anciens que les couches marines de Lisbonne.

Enfin, la répartition des sédiments tertiaires à la surface de la Péninsule nous présente une analogie bien remarquable avec celle que nous avons observée en France. En effet, le plateau central de la Castille, qui atteint 682 mètres d'altitude, non plus que celui de l'Auvergne, qui n'en a que 339, n'a jamais été recouvert par l'Océan tertiaire qui l'environnait presque de toutes parts, tandis que dans les vastes et nombreux lacs qui l'occupaient se déposaient, probablement dans le même temps, des couches semblables à celles du centre de la France.

CHAPITRE X.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'EUROPE SEPTENTRIONALE ET CENTRALE.

Nous examinerons plus rapidement, eu égard à l'étendue de la surface, les parties septentrionale, centrale et orientale de l'Europe que nous ne l'avons fait pour les parties occidentale et méridionale, ne possédant pas de travaux aussi suivis ni aussi complets par bassins naturels. Nous continuerons néanmoins à nous conformer à la disposition orographique et hydrographique du sol actuel, presque toujours en rapport avec celle des dépôts tertiaires que nous devons étudier.

Ainsi, dans l'Europe septentrionale, nous traiterons d'abord, sous le nom de *première zone baltique*, de la région qui borde immédiatement la Baltique et la mer du Nord, puis sous celui de *seconde zone baltique*, nous parlerons de la bande située plus au S., et qui, s'étendant de l'O. à l'E., des environs d'Aix-la-Chapelle à Cracovie, comprend toutes les roches tertiaires qui appartiennent au bassin inférieur du Rhin et aux parties moyennes et supérieures de ceux du Weser, de l'Elbe, de l'Oder et de la Vistule. Dans l'*Europe centrale* viendront se placer les dépôts des bassins du Rhin moyen et ceux des bassins supérieur et moyen du Danube. Ces derniers sont nettement circonscrits au S. par les Alpes Rhétiques, Carniques, Juliennes et Dinariques, puis au N. et à l'E. par l'Albe du Wurtemberg, le Bœhmerwald, les Carpathes, les montagnes de la Transylvanie et celles de la Servie. Le *terrain tertiaire de l'Europe orientale*, qui fera l'objet du chapitre suivant, comprendra les dépôts de cette époque signalés dans la Grèce et les îles qui en dépendent, ceux de la Turquie d'Europe, du bassin inférieur du Danube, de la Russie méridionale, des basses régions situées au nord du Caucase, et le plateau d'Ust-Urt, qui sépare la mer Caspienne de la mer d'Aral. Ces deux dernières régions, quoique n'appartenant pas géographiquement à l'Europe, lui sont trop intimement liées par leurs caractères géologiques pour être décrites séparément.

§ 1. Première zone baltique (1).

Suède, etc.

Nous rapportons avec doute à l'époque tertiaire les couches d'infusoires siliceux signalées dans la Laponie, et qui sont connues et employées sous le nom de farine de montagne (*bergmehl*) ; il serait possible, en effet, que ces dépôts lacustres fussent plus récents, et appartinssent à l'époque quaternaire. Quoi qu'il en soit, la substance que M. Ehrenberg (2) a décrite comme ayant été recueillie en Suède, sur les frontières de la Laponie, dans la commune de Degerna, est composée de silice et de matière animale (3). M. Retzius y avait déjà reconnu 19 formes d'infusoires, mais M. Ehrenberg en a constaté 24, dont 22 de bacillariées. Sur ce nombre, 4 ou 5 sont identiques avec des espèces vivantes. La masse principale, qui est composée de *Navicula viridis*, s'est formée dans les eaux douces. On y trouve en outre du pollen de pin, substance plus répandue encore dans une terre analogue découverte près de Kimmene-Gard, en Livonie. Dans la Westro-Bothnie, sous la vase d'un lac, à deux milles d'Uméa, on trouve un lit de farine fossile de 0m,25 à 0m,40 d'épaisseur. Elle est composée de carapaces siliceuses de bacillariées, et les habitants du pays la mêlent à leur pain. Celle de Degerdorf, en Laponie, est peu différente, et d'autres gisements semblables existent encore en Suède et en Finlande (4).

---

(1) Voyez : *Geognostische Uebersichts-Karte*, etc. Carte géologique générale de l'Allemagne, de la France, de l'Angleterre et des pays voisins, par H.-V. Dechen; une feuille. Berlin, 1839. — *Erläuterungen zu dem geognostischen Atlas*. Explication pour l'atlas géologique et la carte géologique de l'Europe, par K. de Kœnig; in-8, avec carte in-f°. Vienne, 1841. — *Carte géologique de l'Europe centrale*, par Berghaus (*Physikal Atlas*, liv. IX, carte n° 12. 1843). — *Id., ibid.*, carte n° 4. 1843.— *Id., ibid.*, n° 10. 1844.) — *Geological Map*, etc. Carte géol. de l'Europe centrale et occidentale, comprenant les Iles Britanniques, par W. Hughes; in-f°. Londres, 1842. C'est une reproduction de la carte précédente de M. de Dechen, avec quelques additions. — Vœlter, *Carte murale géognostique de l'Allemagne et des pays voisins*; 6 f. Erlangen.

(2) *Acad. de Berlin*, 20 fév. 1837. — L'*Institut*, 17 mai 1837. — *Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XL, p. 148. 1837. — *Sur une terre à infusoires de la Finlande.* (*Arch. f. Naturg.* de *Wiegman*, vol. I, p. 277. 1837.)

(3) Berzelius, *Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XXIX, p. 261.

(4) Retzius, *Compt. rend.*, vol. VI, 19 mars 1838. — Voyez aussi :

Les dépôts marins de la Suède, dont M. W. Hisinger (1) a indiqué la place et les fossiles, semblent appartenir au terrain quaternaire, et, en effet, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (2) les placent sur le même horizon que les dépôts de la basse steppe de la Caspienne.

Danemark.

M. Forchhammer (3) ayant avancé qu'il existait des alternances ou un passage entre la craie et le terrain tertiaire des îles du Danemark, M. Lyell (4) s'est attaché à démontrer depuis que la formation erratique reposait immédiatement sur la craie, comme dans les districts de Séelande et de Moën, mais que, dans plusieurs parties du royaume, les couches tertiaires se trouvaient placées entre les dépôts secondaires et quaternaires, disposition semblable à celle que l'on observe dans les falaises du Suffolk et du Norfolk. Les sédiments tertiaires du Danemark et du Holstein paraissent représenter le crag, mais on n'en observe de bonnes coupes naturelles que sur la rive droite de l'Elbe, au-dessous de Hambourg. De la pointe de Blankense, à l'ouest d'Altona, au village de Schulau, les escarpements de la rivière montrent une succession de lits minces de sable quartzeux jaune et blanc avec argile, et de lits de gravier siliceux. On y remarque fréquemment des indices de fausse stratification, et la *Venericardia senilis*, Lam., est le seul fossile qu'on y ait rencontré.

M. Beck (5) rapporte au terrain tertiaire un ensemble de couches assez considérable, situé vers la partie centrale du Jutland. Ce sont des sables micacés avec des traces de lignite, ou bien des argiles également micacées avec des masses de calcaires hydrauliques sem-

---

Trail, *Farine d'infusoires mangeable de la Laponie*. (*Notiz.* de *Froriep*, vol. XVIII, p. 58. 1841.)

(1) *Carte géologique de la Suède*; une feuille. 1835. — *Lethæa suecica seu petrificata Sueciæ iconibus et characteribus illustrata*; in-4°, 36 pl. Stockholm, 1837-1840. — *Description d'une Tortue fossile trouvée en Scanie, et sa comparaison avec d'autres restes du même genre recueillis en Suède*, par S. Nilson. (*K. Vat. Akad. Hand.* pour 1839-1841, p. 194, pl. 3 et 4. — *Isis*, 1842, p. 347.)

(2) *Russia and the Ural mountains*, vol. I, pl. VI. 1845.

(3) *Journ. des sciences d'Edimbourg*. Juillet 1828.

(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 191. 1835. — *Transact.*, id., vol. V, p. 243.

(5) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 217. 1835. — *Notice sur la géologie du Danemark*. (*London and Edinb. phil. Magaz.*, vol. VIII. 1836.)

blables aux *septaria* de l'argile de Londres. On y trouve des écailles de poissons, des élytres d'Escarbot (*Hister*), des tubes de Phryganes, et un hyménoptère (*Cleptis Stenstrupii*). Sur quelques points ces couches et la craie sous-jacente ont été dérangées. Les dépôts de l'île de Sylt sont encore du même âge, et les coquilles qu'on y a recueillies se retrouveraient, les unes dans l'argile de Londres, et d'autres, comme la *Voluta Lamberti*, Brand., dans le crag. Les couches avec Valvées et Gyrogonites de Segeberg, d'Altona et de Geuchstad, où M. Lyell a trouvé une valve de Cardite, appartiendraient aussi au même niveau géologique.

Des dépôts de gravier, de sable et de limon ayant une grande épaisseur recouvrent ensuite toute la surface du Danemark; c'est la formation erratique dont nous avons parlé (*antè*, p. 8 et 14), et où se trouvent, à l'intérieur et au-dessus, les blocs erratiques de gneiss et de schistes granitiques provenant de la Scandinavie. Aux environs de Copenhague, ce sont des fragments de calcaire de transition, de basalte et de grès secondaires de Hœr; ailleurs des porphyres et la syénite zirconienne. Les fossiles y sont rares, mais ceux qu'on y rencontre appartiennent à des espèces vivantes. Les anciennes couches de gravier paraissent avoir été élevées et submergées à plusieurs reprises. D'après M. Beck, des blocs erratiques déposés après le commencement de l'époque tertiaire auraient continué à l'être pendant l'accumulation de la marne bleue et du sable, dont il y a 70 espèces de coquilles qui ne vivent plus dans la mer d'Allemagne. Quelques petits dépôts lacustres avec Lymnées, Physes, Hélices, etc., s'observent en outre dans l'intérieur du Jutland et de Moen, ainsi qu'une couche fort étendue de sable cimenté par de l'oxyde de fer.

M. Forchhammer (1) décrit ainsi la série tertiaire ou du *brown coal* (*braun Kohle* allem.) qui occupe une grande partie du Danemark, immédiatement au-dessus de la craie, et dont il distingue trois lambeaux principaux. Le plus éloigné des montagnes et le plus régulièrement stratifié s'étend de Nissümfjord jusqu'au sud de Lümfjord (Lymfiord ou Lümfiord), et sur la côte occidentale, jus-

(1) *On the boulder formation*, etc. Sur la formation d'argile avec blocs, etc. (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. LVIII, p. 609. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 265. 1845). — *Résultats d'un forage exécuté aux environs de Copenhague.* (*Bull.*, vol. IV, p. 768. 1847.)

qu'à l'Elbe. Il reparaît avec les gypses soulevés près de Lunebourg, constituant une grande partie de ce dernier district. Il est composé de sable et de grès friables, et au-dessous de couches puissantes d'argile et de marnes. La terre pyriteuse y est très fréquente, et le lignite (*brown coal*) très répandu aussi. Des fragments de cette dernière substance sont rejetés par la mer sur les côtes de Lumfjord, jusqu'à l'Elbe. C'est à ces dépôts qu'appartient l'ambre rejeté aussi sur les points du littoral où se montre le lignite, et dont on recueille environ 3000 livres par an.

Les argiles, les calcaires, et quelquefois les grès, renferment des fossiles qui les ont fait rapporter à la période sub-apennine (*Cassis testa*, *Cassidaria echinophora*, Brug., *Nucula compta*, Gold., *N. glaberrima*, de Munst., Gold., *Fusus corneus*, Lin., *Pleurotoma cataphracta*, Broc., *Dentalium striatum*, Sow., *non* Lam., *Trochus agglutinans*, Lam., *Triton anus*, Bors., *Isocardia cor*, Lam.). Les fossiles se voient principalement sur la côte sud-est de l'île de Sylt, où les couches ont été soulevées suivant une direction N.-N.-O., S.-S.-E., comme celles d'Helgoland. Leur inclinaison est de 15 à 18° vers l'E. Dans toute cette partie occidentale du Danemark dominent les roches arénacées, tandis que dans la Séelande, sur les côtes du Cattegat, dans la partie orientale du Jutland, et dans l'île de Samsoe, ce sont des argiles tantôt schisteuses, diversement colorées, tantôt noires et très pyriteuses. Sous les calcaires on observe fréquemment des dislocations locales, et, comme on le voit aux environs de Fredericia, elles sont antérieures à l'argile avec blocs qui les recouvre régulièrement, et dont nous avons déjà parlé (*antè*, p. 14). Quoique ces couches tertiaires reposent directement sur la craie, elles ne renferment que 18 à 25 pour cent de fragments provenant de cette formation, tandis que ceux des roches anciennes y sont dans la proportion de 50 pour cent, et ceux des roches de transition de 30. Le dépôt de transport quaternaire (*boulder clay*) renferme, au contraire, 50 pour cent de fragments crétacés.

M. Forchhammer fait remarquer que, sur toute la côte occidentale des montagnes scandinaves où ces fragments se retrouvent dans la formation des lignites, on ne voit pas un seul Peigne, tandis que ces coquilles sont très nombreuses dans les dépôts des bords du Cattegat. La présence des *Nucula lævigata*, Sow., et *compta*, Gold., du *Pleurotoma oblonga*, et d'autres espèces, établit d'ailleurs la relation des couches sur les deux côtes. Un troisième amas de lignite existe dans les îles de Mors (Morsoe) et Fuur,

dans le Lümfjord, et sur divers points de la côte occidentale du Fjord. Ce sont des argiles noires, blanches, composées d'infusoires siliceux avec des lits subordonnés de calcaire ferrugineux, et surmontées de grès jaunes et de conglomérat. La stratification en est fort dérangée, et, par suite de leur origine lacustre, on y trouve des poissons, des insectes et beaucoup de petits Spirorbes. Leur contemporanéité avec les dépôts marins du Jutland occidental est établie par la présence, sur certains points, des coquilles marines qui caractérisent ces derniers.

On doit, en outre, aux recherches assidues de M. Forchhammer : 1° un mémoire sur les rapports géologiques du Danemark (1); 2° une note sur les couches avec fossiles tertiaires, situées entre Frederiks et le Veilfjord (2); 3° une esquisse géologique du Danemark et des pays voisins (3); 4° des observations sur la géologie du même pays (4), et d'autres plus particulières sur les dépôts tertiaires (5). M. O.-N. Œlsen (6) a publié une petite carte géologique qui comprend le duché de Schleswig, le Jutland et les îles danoises, la Scanie et l'île de Bornholm. On y voit tracés la distribution et le morcellement des formations crétacée et tertiaire, les accumulations de blocs, les tourbières, etc. M. N. Juul (7) a donné quelques observations sur les différentes périodes pendant lesquelles la surface de la pointe septentrionale du Jutland a été dénudée, et des notes sur la géologie du Danemark ont été aussi insérées dans le second volume de Kroeyer (8).

Holstein et Hanovre.

M. Geerz (9) a annoncé la publication d'une carte géologique du Holstein, et M. Bruhns (10) a donné quelques notes sur la géo-

(1) *Danmarks geognostiske Forhold;* in-4. Copenhague, 1835.
(2) *Tidsskrift for naturvid.* de *Kroeyer*, vol. I, p. 209.
(3) Une feuille avec des coupes géologiques. Copenhague, 1840.
(4) *Tids. for naturvid.* de *Kroeyer*, vol. III, p. 546. 1841.
(5) *Oversigt over det Kongl. Danske vid.*, etc. Revue des travaux de la Société r. des sciences du Danemark, par Oersted; in-4. 1840. — *Munch. gel. Anz.* 1841, p. 571. — *Neu. Jahrb.*, n° 2. 1842. — *Carte géologique du Danemark;* 2 f. 1844.
(6) La carte géologique accompagne une carte géographique en 2 f. Copenhague, 1841.
(7) *Tids. for naturvid.* de *Kroeyer*, vol. II, p. 68 et 223.
(8) *Ibid.*, vol. II, p. 192.
(9) *Bericht ub. Versamml. d. geognost. Ver. f. d. baltisch Lander.* Lubeck, 1844, p. 6.
(10) *Ibid.*, p. 4.

logie de Fehmarn et de Wagrien. M. Zimmermann (1), en décrivant les environs de Hambourg, s'est appuyé sur les résultats des forages pour attribuer la disposition des couches quaternaires et tertiaires à celle de la craie gypsifère sous-jacente et des schistes de transition. M. Haussmann (2) a signalé, sur les bords de la bruyère de Lunebourg, un dépôt puissant d'infusoires dont M. Ehrenberg (3) s'est également occupé, et M. Jugler (4) a mentionné les fossiles de Walle, de Lunebourg, d'Honerdingen et de Luterberg près de Munden.

M. Goldfuss, dans son magnifique ouvrage (5), a fait connaître un assez grand nombre de coquilles des dépôts d'Osnabruck et de Bünde, qui par leur analogie avec celles de Cassel, d'Alzey et d'autres localités plus méridionales, semblent devoir les faire placer dans la formation tertiaire moyenne. Des batraciens du genre *Rana* y ont aussi été indiqués (6), ainsi qu'un poisson du genre *Perca* (7). De Munster, dans ses *Remarques sur quelques couches marines du nord-ouest de l'Allemagne, entre Osnabruck et Cassel* (8), les rapportait à la formation supérieure (*older pliocene*), tandis que sa liste des coquilles tertiaires du Mecklenbourg indique, dans les plaines qui bordent la Baltique, des dépôts parallèles à ceux du bassin de la Seine. Les fossiles qu'avait fait représenter M. de Buch dans la planche 4 de ses *Pétrifications remarquables* (9)

(1) *Neu. Jahrb.* 1838, p. 371, pl. IV et V. Carte géologique et coupes.

(2) *Goetting. gel. Anz.* 1838, p. 129 et 1065.

(3) *J. f. prakt. Chem.* de *Erdman*, vol. XXVIII, p. 54. 1843.

(4) *Neu. Jahrb.* 1844, p. 459, 460. — Voyez aussi : Otto Volger, *De agri Luneburgici constitutione geognosticâ dissertatio inauguralis.* Goettingen, 1845. — *Beitrage zur geognostischen Kenntniss der Norddeutschen Tiefland;* in-4, avec 4 planches. Brunswick.

(5) *Petrefacta Germaniæ*, etc., 2ᵉ part.; in-fº. Dusseldorf, 1834-1840.

(6) H. de Meyer, *Neu. Jahrb.* 1845, p. 798. — Dunker, l'*Institut.* 24 fév. 1847.

(7) H. de Meyer, *Neu. Jahrb.* 1840, p. 96. — *Ibid.*, 1841, p. 97. — *Beitr. z. Petrefact.* de *Munster*, cah. III, pl. 7, f. 1.

(8) *Neu. Jahrb.* 1835, p. 420. — Voyez aussi : Haussmann, *Studien d. Goetting. Vereins bergm. Freunde*, vol. III, p. 253. — Boué, *Résumé des progrès de la géologie.* (*Bull.*, vol. V, p. 289. 1834.)

(9) In-fº. Berlin, 1830. — Boué, *Résumé des progrès de la géologie en* 1832, p. 159.

pouvaient aussi mettre sur la voie d'une découverte très récente qui paraît due à M. H. Girard (1).

Prusse. Ce dernier a reconnu que dans les plaines comprises entre l'Elbe et la Vistule, les couches meubles constituaient plusieurs formations distinctes et indépendantes. La plus élevée est composée de lehm et de sable supportant les blocs erratiques du Nord. Au-dessous vient une formation argileuse, puis des lignites accompagnés d'assises sablonneuses. Souvent, comme dans la Marche de Brandbourg, les lignites se montrent sans qu'il y ait d'argile; mais sur les bords de la Vistule et de l'Elbe on les voit placés dessous. Aucun fossile n'avait encore été signalé dans ces couches, si ce n'est sur leur limite méridionale près de Magdebourg et de Koethen. Cependant la présence des *septaria* avait fait soupçonner à M. Girard que les argiles pouvaient appartenir à l'argile de Londres, comme l'avaient pensé Klœden et de Munster, d'après quelques fossiles trouvés dans des grès roulés de Sternberg et de la Marche. Les *septaria*, communs dans le duché de Posen, étaient encore inconnus aux environs de Berlin, lorsqu'un échantillon provenant de Hermsdorf, situé entre Oranienbourg et la capitale, appela l'attention de l'auteur, qui constata que cette localité se trouvait sur le bord occidental du plateau qui s'étend entre le Havel, la Sprée et l'Oder. L'argile est recouverte par le lehm avec des débris erratiques, dont la séparation est parfaitement tranchée, et elle est exploitée sur une épaisseur de 7 mètres. Elle est d'un gris bleuâtre, un peu schisteuse, sans mélange de sable et très plastique. Les rognons calcaires, de forme plus ou moins elliptique, y sont disséminés sans ordre. Les fossiles qui ont été recueillis sont l'*Axinus angulatus*, Sow., *Nucula Deshayesiana*, Nyst, *Dentalium striatum*, Sow., *Pleurotoma colon*, id., *P. comma*, id., *P. regularis*, Nyst, *Natica glaucinoides*, Sow.

Ces argiles se rattachent à celles de la Westphalie, de l'Ober-Yssel et de la Gueldre sur la rive gauche de la Berkel, où elles ont été décrites par MM. Becks et Van Breda. Ce dernier y cite aussi les *Pleurotoma colon* et *comma*. Les argiles s'étendent à l'O. vers Cremen et Oranienbourg; au N. vers Neustad, Eberswalde, Joachimsthal et Freyenwalde, probablement aussi jusqu'à Anzermunde et Greifenberg; au S. leur limite serait à Magdebourg et à

(1) *De l'existence de l'argile de Londres dans les plaines du nord de l'Allemagne.* (*Neu. Jahrb.* 1847, p. 563.) Nous devons la traduction de ce mémoire à l'extrême obligeance de M. Ch. Martins.

Koethen ; enfin à l'E. les couches des bords de la Warthe, de Birnbanon, de Schrimm, de Thorn et de Bramberg, sur les bords de la Vistule, en seraient le prolongement. Près de cette dernière ville leur puissance est de 20 mètres; à Posen elle est de 50, et à peine de 7 à Wronker. Elles manquent aux environs de Francfort sur l'Oder et de Furstenwald. Les lignites se trouvent constamment *au-dessus* associés à un sable fin très constant et bien caractérisé (1). On doit remarquer que le *substratum* de cette assise rapportée à l'argile de Londres est loin d'avoir été constaté partout, et qu'il reste à cet égard beaucoup d'incertitude que les recherches ultérieures doivent tendre à faire cesser. Il en est de même de leurs relations avec les dépôts tertiaires d'Osnabruck, de Bünde, de Cassel au S., et avec les couches lignitifères ou non dont nous avons déjà parlé au N. ainsi qu'avec celles qu'il nous reste à mentionner.

La liste des fossiles recueillis par M. Beyrich dans les argiles de Hermsdorf, de Joachimsthal et de Gorzig, comprend 32 espèces dont la moitié environ sont connues dans le *London clay* de la Belgique et de l'Angleterre; 5 ou 6 sont nouvelles, et le reste semble appartenir à des gisements d'âge assez différents ou encore mal déterminés (2).

Un forage exécuté à Berlin et poussé jusqu'à 60 mètres, a atteint à 58 mètres des argiles noires semblables à celles des lignites tertiaires, et quoique arrivé à 27 mètres au-dessous de la mer, on n'avait pas encore rencontré d'eau ascendante (3). M. Rod Bennigsen-Fœrder (4) a donné quelques détails sur la géologie des environs de Berlin et M. H. Girard (5), les résultats de son relevé géognostique du pays compris entre Wittenberg, Belzig, Magdebourg, Helmstedt et Stendal. Les débris de cétacés fossiles recueillis dans les États prussiens ont été l'objet d'un mémoire de M. Olfers (6).

Lignites succinifères.

L'ambre de la côte méridionale de la Baltique était connu dès

(1) Il est probable que ces lignites diffèrent de ceux des bords de la Vistule et de l'Elbe, que, précédemment, l'auteur plaçait *dessous*.

(2) Rapport de M. G. Rose. *Monatsb. d. kœn. Preuss. Akad. d. Wissens. zu Berlin.* Mai 1847, p. 160.

(3) *Bull.*, vol. IV, p. 418. 1834.

(4) *Geognostische Karte*, etc. Carte géologique des environs de Berlin ; in-4, avec coupes. Berlin, 1843. — Voyez aussi : *Vaterlandische Geschichte*, etc. Histoire nationale depuis les temps géologiques les plus anciens jusqu'au XIIIe siècle, par R. U.; in-8. Berlin, 1840, avec carte. — *Rudiment d'hydrognosie;* in-8. Berlin, 1839.

(5) *Arch. fur Miner.* de *Karsten*, vol. XVIII, p. 87. 1844.

(6) *Acad. des sc. de Berlin.* 9 janv. 1840.

l'antiquité, et l'on sait qu'il était l'objet d'un commerce considérable dont s'étaient emparés les Phéniciens établis à Marseille. L'opinion des anciens sur son origine était celle que nous avons encore aujourd'hui, comme le prouve l'allégorie gracieuse des sœurs de Phaéton dont les larmes furent changées en ambre, après qu'elles eurent été métamorphosées en arbres. Cette substance, outre ses caractères propres, très remarquables, offre au naturaliste un intérêt bien grand, puisqu'elle a pu lui transmettre, dans un état de conservation parfaite, toute une faune d'animaux articulés dont aucune trace sans cela ne serait peut-être jamais venue à sa connaissance. Suivant M. Gravenhorst (1), parmi ces insectes, que la nature a pour ainsi dire pris le soin d'embaumer elle-même, on ne compterait pas moins de 1174 espèces; dont 594 diptères, environ 100 hyménoptères et autant de névroptères, 80 octopodes, 40 coléoptères, 40 lépidoptères, 36 hémiptères, 17 orthoptères, 7 aptères et 6 *Polymera*.

Beaucoup de naturalistes, tels que MM. A. Aycke (2), D. Gottl Thebesius (3), Steinbeck (4), Ehrenberg (5) et plusieurs autres (6) ont récemment écrit sur ce sujet; mais nous nous bornerons à emprunter quelques passages aux nouvelles observations générales de MM. Gœppert et Berendt (7).

---

(1) *Ubersicht d. Arbeit. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur*, 1834; in-4, p. 92. Breslau, 1835.

(2) *Fragments sur l'histoire naturelle de l'ambre;* in-8. Dantzig, 1835 (en allemand).

(3) *Sur l'ambre de la Poméranie et les changements arrivés sur les côtes de la Baltique.* (*Baltische Studien*, vol. III, p. 28 1835.)

(4) *Sur l'exploitation de l'ambre près de Brandenbourg, sur la Havel.* (*N. Notiz.* de *Froriep*, vol. XIV, p. 257. 1840.)

(5) *Insectes dans l'ambre de Brandenbourg* (*Grillus*, *Ceratopogon*, Phryganes et Fourmis). (*Ibid.*, vol. XIX, p. 120. 1841.) — *Muscédinées et infusoires siliceux tous d'espèces vivantes* (*Gazette botanique*, 16 nov. 1847.—*Arch. univ. de Genève*, vol. VIII, p. 80, 1848).

(6) *Découverte d'ambre avec insectes dans le terrain tertiaire de Brandenbourg.* (*Taschenb. de Leonhard*, vol. I, p. 126.) — Ouchakoff, *Notice sur un Termes fossile de l'ambre de la Baltique.* (*Ann. des sc. nat.*, vol., XIII, p. 204.) — *Arch. f. Miner.*, vol. II, p. 289. — Van Roy, *Ansichten*, etc. Idées sur l'origine de l'ambre et sur son gisement; in-8. Dantzig, 1840. — Voyez aussi : d'Oeynhausen, *Arch. f. Bergb.*, vol. XIV, cah. 2. — Karsten, ses *Arch. für Miner.*, vol. XVIII ; et pour d'autres documents bibliographiques : A. Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 284. 1835.

(7) *Sur l'origine du succin.* (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Pog-*

Les bois fossiles ou lignites d'où provient le succin du littoral de la Prusse appartiennent à la période de la mollasse, mais l'ambre existe aussi dans la formation erratique du Nord et dans les alluvions. Cette substance est une transsudation d'une ou de plusieurs espèces de pins, et plus particulièrement du *Pinus succinifer*, espèce voisine des *P. abies* et *picea*. Elle ressemble d'ailleurs beaucoup à la résine copal que M. Gœppert croit fournie par une plante légumineuse du genre *Hymenæa*, mais que d'autres naturalistes attribuent à l'*Elœocarpus copallifera* (famille des tiliacées). Les bois qui accompagnent le succin indiquent des arbres à épines et à feuilles étroites. Les conifères abondants dans ces forêts fossiles sont des *Cupressus*, *Taxodium*, *Thuia*, *Juniperus* et *Ephedra*. Parmi les amentacées se montrent le chêne, le hêtre, le bouleau, le charme et le peuplier; parmi les arbustes, quelques plantes de la famille des éricacées. Il y a en tout 48 espèces de végétaux. On n'y a pas encore rencontré de plantes aquatiques, mais on y trouve des insectes qui vivent dans les eaux, tels que les *Nepa*, puis des tubes de Phryganes, des larves d'Hydromètres, d'Halobates et de Gyrins. Le succin ne renferme pas, comme on l'a prétendu, de restes de poissons, d'amphibies ni de mollusques.

Les fossiles de l'ambre peuvent être compris dans quatre groupes d'après leur *habitus*. Le premier comprend les types qui se rencontrent dans tous les pays, et il constitue les sept huitièmes des espèces connues; le second renferme les types de la zone septentrionale; le troisième, ceux dont les caractères sont tropicaux, tels que les débris de plantes; enfin, le quatrième groupe est composé de formes organiques étrangères aux types actuels, et qui représentent des familles complétement éteintes, telles que les *Archaïdes* (1). Cette faune est composée de plus de 800 espèces d'in-

---

gendorff, vol. XXXIX, p. 624. 1836. — L'*Institut*. 15 mars 1837. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. VIII, p. 202.) — *Sur l'ambre et le conifère qui a fourni cette résine*. (*Amtl. Ber. d.* 21 *Vers. deutsch. Naturf. in Grætz*, p. 157. 1843. Grætz, 1844. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. I, p 19. 1844.) — *Der Bernstein*, etc. De l'ambre jaune et des restes fossiles qui s'y trouvent renfermés, vol. I, part. I. 1846. — *Neu. Jahrb.* 1846, p. 864. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 102. 1846. — L'*Institut*, 2 déc. 1846.

(1) Il y a probablement quelque erreur dans la notice insérée à ce sujet dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres (vol. II, p. 102. 1846), où il est dit que tous les débris de végétaux et d'animaux contenus dans l'ambre sont génériquement, mais non

sectes, entre les crustacés, les myriapodes et les arachnides. Les espèces aquatiques sont comparativement rares. Quant à l'uniformité des caractères qu'offre l'ambre sur tout le littoral de la Baltique, elle résulte de ce que le lignite où il se trouve s'est accumulé et formé presque partout dans les mêmes circonstances.

Pologne.

G. G. Pusch, que la science a perdu récemment, et à qui les diverses branches de l'histoire naturelle étaient également familières, a publié de nombreux mémoires et des ouvrages importants sur la géologie de la Pologne. M. Boué, dans son *Résumé* pour l'année 1833 (1), a fait connaître ce que renfermait déjà antérieurement le premier volume de la *Description géognostique de la Pologne et des Carpathes septentrionales* (2). Depuis lors, Pusch n'a point cessé de s'occuper de l'étude de son pays. Outre le second volume de l'ouvrage précédent qui parut en 1836, accompagné d'une carte géologique, il donna l'année suivante sa *Paléontologie de la Pologne ou représentation et description des pétrifications principales et non décrites des formations de la Pologne, de la Volhynie et des Carpathes* (3), avec un mémoire sur deux crânes de Bœufs fossiles et sur le *Bos urus*. On peut regretter que l'auteur, en comparant les coquilles fossiles de la Pologne avec celles des dépôts tertiaires les mieux connus de l'Europe occidentale, n'ait pas tenu compte de leur gisement ou de la position relative des diverses couches dans lesquelles il les avait recueillies; car il en est résulté pour le lecteur un mélange d'espèces des divers étages qui probablement n'existe pas dans la nature, et qui n'a point permis d'en déduire des conclusions géologiques un peu précises sur l'âge de ces couches. Enfin, peu avant sa mort, Pusch avait annoncé pour 1846 de *Nouvelles observations sur la géologie de la Pologne*, où il devait décrire les dépôts salifères et les soulèvements des environs de Sandomir, du sud de la Russie et du plateau silésien polonais.

---

spécifiquement identiques avec des plantes et des végétaux vivants, et que c'est avec la faune de l'Amérique du Nord que celle de l'ambre a le plus d'analogie.

(1) *Bull.*, vol. V, p. 299.

(2) *Geognostische Beschreibung von Polen*, etc., 2 vol. in-8. Stuttgard, 1833-1836.

(3) *Polens Palæontologie*, etc.; in-4, 16 pl. Stuttgard 1837. — Voyez aussi : *Sur un bois fossile de Cerf (Cervus bresciensis) de la Lithuanie.* (*Neu. Jahrb.* 1842, p. 47.) — A. Hueck. (*Ibid.* 1839, p. 530.) — Eichwald, *Sur quelques animaux éteints de la Pologne russe.* (*Isis.* 1834, p. 681.)

On doit encore à M. Loew (1) quelques observations sur la constitution géologique de la province de Posen, et à M. Zeiszner une *Paléontologie polonaise ou essai zoologique, botanique et géologique sur les fossiles et les terrains de la Pologne* (2), ouvrage commencé en 1845, mais qui, étant écrit en polonais, pourra n'être pas aussi généralement apprécié qu'il le mérite. Enfin, s'appuyant sur l'opinion de de Munster, que nous avons rapportée plus haut, et que les découvertes de M. Girard sont venues justifier, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ont colorié toute la partie tertiaire de la Prusse et de la Pologne qui est comprise dans leur carte géologique de la Russie, au nord du parallèle de Kielce, jusqu'à la Baltique, comme appartenant à la formation tertiaire inférieure. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet dans le chapitre suivant en traitant de l'Europe orientale.

§ 2. Seconde zone baltique.

Bassin inférieur du Rhin. Prusse rhénane.

L'ensemble de couches que nous nommerons *Groupe des lignites des bords du Rhin inférieur* (*brown coal formation*) est composé, d'après M. L. Horner (3), de sable siliceux, de grès, de conglomérat quartzeux, d'argiles diverses, de minerai de fer argileux en lits ou en masses détachées dans l'argile, et de lignite en couches distinctes alternant avec l'argile. Il occupe une surface considérable sur les deux rives du fleuve, formant des collines basses ou plateaux qui, à l'E., atteignent 60 à 70 mètres au-dessus de la plaine. Il s'étend au N. jusqu'au delà de Bensberg, à l'O. jusque entre Bergheim et Aix-la-Chapelle; il se prolonge au S.-O., dans l'Eifel inférieur, et au S.-E. il pénètre dans l'intérieur du Siebengebirge.

L'assise la plus basse du groupe est un sable siliceux surmonté d'un grès plus ou moins dur, quelquefois friable, passant tantôt au quartzite, tantôt à un poudingue siliceux que l'on prendrait à son aspect pour une roche fort ancienne. A l'est de Bonn, sur la

(1) *Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. XVII, p. 304. 1843. — — Voyez aussi : T.-E. Gumprecht, *Ueber einige geognostische Verhaltnisse des Grossherzogthums Posen und der ihm an granzenden Landstriche.*

(2) *Paleontologia polska*, etc., cah. 1; in-8, 4 pl. Varsovie, 1845.

(3) *On the geology*, etc. Sur la géologie des environs de Bonn. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 447. 1836. Le Mémoire avait été lu à la Société en 1833.) — *Bull.*, vol. VIII, p. 177. 1837.

rive droite du Rhin, près de Bonn et de Gesslingen, on y trouve un lignite feuilleté bitumineux (papier Kohle), quelquefois de plus de 1m 1/2 d'épaisseur, et ordinairement accompagné de plaques siliceuses minces, friables et terreuses. Entre les plaques de ce lignite, on remarque des concrétions siliceuses de la grosseur d'une fève.

Les masses qui reposent au-dessus sont des argiles de diverses sortes employées pour la confection des briques, des tuiles, des poteries et des pipes. Lorsqu'elles sont mélangées de lignite terreux, souvent très pyriteux, on les utilise pour la fabrication de l'alun. Les argiles renferment, en outre, des cristaux de gypse et du fer limoneux en lits ou en masses lenticulaires isolées.

Le charbon brun ou lignite (*braun Kohle*) se présente sous différents états. Tantôt il constitue une substance brun foncé ou noire, et plus ou moins friable, tantôt une masse compacte avec des fragments de bois et des feuilles reconnaissables. Les bois, à divers degrés de carbonisation, offrent des teintes variées, et parfois passent à l'état de jayet. Enfin le lignite feuilleté ou papyracé (*papier kohle*), très bitumineux, brûle avec une flamme vive, en laissant un résidu de cendre. Les bois sont en général couchés; quelquefois placés debout ils passent à travers les différents lits. Dans quelques cas, ils sont si peu altérés qu'ils sont employés dans les charpentes des mines. Lorsque la décomposition est plus avancée, on y trouve du carbonate de fer en grains, et M. Horner cite dans le tuf basaltique un échantillon de bois bitumineux d'un aspect identique avec celui du lignite ordinaire. A Liblar, la couche charbonneuse est recouverte d'un lit mince d'ambre pulvérulent.

Les débris organiques de ce groupe sont des végétaux, des poissons, des insectes et des reptiles. Les végétaux appartiennent à des bois dicotylédones, et peut-être à des fougères. Ils n'ont pas encore été d'ailleurs l'objet d'une étude spéciale. M. Lindley y a cependant reconnu des restes de *Cinnomon* et d'une grande espèce de conifère (*Podocarpus*), qui est également citée dans le terrain tertiaire d'Aix, en Provence (1), puis des troncs de palmiers. Quelques unes de ces plantes indiqueraient que les environs de Bonn avaient alors une flore tropicale, mais d'autres paraissent avoir leurs analogues dans la flore actuelle, au nord des montagnes de Nipal et

---

(1) R.-I. Murchison et Ch. Lyell. *Edinb. new phil. Journ.* 1829. p. 298.

même au Japon, et les bois de conifères de Friesdorf marquent une température plutôt tempérée que méridionale. On pourrait donc en conclure que le climat de Bonn était intermédiaire entre celui de l'archipel Indien et celui du Nipaul.

Les poissons du lignite papyracé appartiennent à une seule espèce (*Cyprinus papyraceus*, Bronn, *Leuciscus id.*, Ag., et *L. macrurus*) (1). Il y a un crustacé et 3 branchiopodes. Les insectes se trouvent dans le lignite feuilleté à Orsberg, près Linz, au pied du Mendenberg, et à Friesdorf, près Bonn (2). Ce sont des empreintes de *Lucanus*, *Meloe*, *Dytiscus*, *Buprestis*, *Cantharis*, *Cerambyx*, *Parandra*, *Belostoma*, *Cercopis*, *Locusta*, *Anthrax* et *Tabanus* (3). Parmi les reptiles, M. Goldfuss a décrit une Grenouille (*R. diluviana*), une Salamandre (*S. Ogygia*), un Triton (*T. Noachicus*), et un Ophis (*O. dubius*), espèces qui n'ont plus d'analogues vivantes. Une défense de Sanglier, divers ossements de Bœuf, ainsi que des bois de Cerf, signalés à Liblar par Faujas, ont une origine douteuse.

Près de Muffendorf, des roches siliceuses blanches avec des empreintes de plantes et de coquilles lacustres semblent indiquer un dépôt d'eau douce produit par quelque source thermale pendant la période du lignite (p. 455). Le groupe précédent est partout recouvert par une couche de gravier qui atteint 25 et même 40 mètres d'épaisseur, et qui est particulièrement composée de fragments de grauwacke et de quartz. La masse principale est formée de petits cailloux de la grosseur d'une noix entourant de gros morceaux de grauwacke, de quartz et de basalte. Le tout est réuni par un sable jaunâtre ferrugineux. Un lit d'argile se remarque parfois entre ce dépôt diluvien et le lignite tertiaire. A Utweiler, c'est le basalte qui recouvre le groupe du lignite.

L'épaisseur des lits de combustible varie d'un point à l'autre sur les deux rives du Rhin, et, en y comprenant les argiles qui séparent les lits exploités, elle diffère de 2 à 23 mètres. A Putzberg, l'épaisseur totale des bancs de lignite est de 8 mètres. Les couches sont généralement horizontales; mais dans certaines parties, surtout

(1) *Jahrb. für Miner.* 1828.
(2) Goldfuss, *Kaiserl. Leop. Akad.*, vol. XV.
(3) Voyez aussi : E.-F. Germar, *Insectorum protogæa specimen sistens insecta carbonum fossilium bonnensium*, Mémoire inséré dans la *Fauna insectorum Europæ*; in-4, cah. 19. Halle, 1837. 25 espèces y sont décrites.

près du basalte, on observe des dislocations plus ou moins considérables. Le lignite feuilleté d'Orsberg près d'Erpel est à 120 mètres au-dessus du niveau du Rhin. Au Mendenberg, il s'élève à 260 mètres. Quant à l'âge de ces mêmes argiles à lignite, M. L. Horner pense qu'il n'y a aucun motif pour les mettre en parallèle avec l'argile plastique des bords de la Tamise, et qu'elles sont au contraire beaucoup plus récentes. Ces couches, d'une origine exclusivement d'eau douce, ont été déposées dans un grand lac qu'alimentaient une ou plusieurs rivières, lesquelles y apportaient les débris de végétaux qui s'y sont accumulés. Nous avons déjà parlé (*antè*, p. 182) des dépôts quaternaires (lehm et cailloux roulés) postérieurs au lignite, et sur lesquels l'auteur a donné aussi beaucoup de détails intéressants.

M. Noeggerath (1) a mentionné des fossiles d'eau douce dans le lignite des bords du Rhin, près de Rott (Siebengebirge). C'étaient des empreintes de Planorbe voisin du *P. carinatus*. Plus tard, M. Mayer (2) a signalé des restes d'infusoires dans le silex qui fait partie du même groupe, ainsi que le tripoli du Habichtswald. L'étendue du terrain tertiaire sur la rive gauche du fleuve, entre Dusseldorf et la Meuse près de Roermonde, a été l'objet des recherches de M. Noeggerath (3) qui s'est également occupé de la distribution des cailloux provenant de la craie, et de celle des blocs erratiques du même pays.

A une demi-lieue d'Altenscelbach, près de Siegen, dit ce dernier savant (4), le Hoher-Seelbachs-Kopf s'élève de dessous la grauwacke

(1) *Neu. Jahrb.* 1835, p. 678.

(2) *Notiz.* de *Froriep*, vol. I, p. 54. 1836.

(3) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XIV, p. 230. 1840.

(4) *Mém. sur le gisement du basalte avec du bois silicifié et bitumineux*, etc. (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. XVIII, p. 439. — *Soc. philomatique.* 18 avril 1840. — L'*Institut*, *id.*) — Voyez aussi : Goëppert, *Sur les bois bitumineux et pétrifiés du tuf basaltique du Hoher-Seelbachs-Kopf, près de Siegen, et en général sur les bois des lignites.* (*Arch. für Miner.*, vol. XIV, p. 197, pl. II. 1840.) L'auteur décrit les *Pinites protolarix* et *basalticus*, et le *Taxites Aykii*. Le retinasphalte de Halle provient d'un *Taxites*; le scheererite d'Eger et de Bavière des *Pinus silvestris* et *picea*, et l'ambre, comme on l'a dit, du *P. succinifer*. — Goëppert, *Considérations sur la flore des lignites du nord de l'Allemagne.* (*Arb. d. Schlesischen Gesellsch.* 1847, p. 74. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 17. 1849.) — *Id.*, *Résultats de l'examen des couches de lignites sur les bords du Rhin.* (*Übers. d. Arb. und Verand. d. Schles. Gesell. f. vat. Kultur*, 1847. p. 68. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 17. 1849.)

à 532 mètres d'altitude. Deux autres petites collines se voient à côté, et un peu plus loin est le Mahlscheider-Kopf. Le basalte de la première de ces montagnes est columnaire, très compacte, très tenace, sans cavités, et empâte des fragments du grès des lignites. Des recherches de combustible ont été faites dans la colline située au sud-ouest de la montagne, en coupant le conglomérat basaltique, à partir de l'affleurement de la grauwacke. Ce conglomérat renferme partout du bois bitumineux, d'une texture fibreuse. Sa cassure a souvent un éclat soyeux, mais rarement l'aspect du jayet. Les fragments, de 0^{m},02 à 0^{m},18 de long, sont plats et mêlés partout au conglomérat. Des portions de troncs ou de branches silicifiées de 5 mètres de longueur ont été rencontrées debout ou peu inclinées. Ces morceaux ne sont pas aussi intimement liés au conglomérat que ceux qui sont bitumineux, et l'on remarque autour un espace d'abord vide, qui a été rempli par du basalte décomposé, terreux, que les eaux y ont déposé. Ces bois, qui proviennent de conifères du genre *Pinites* (*P. protolarix*), sont les mêmes que ceux de Friesdorf près de Bonn, de la Vettéravie, de la Thuringe, des couches à succin de Rauchen, et des xylopales de la Hongrie.

Relativement à la présence, dans le conglomérat basaltique, des bois soit bitumineux, soit silicifiés, M. Noeggerath ne croit pas qu'elle résulte de végétaux croissant à la surface du sol, et qui auraient été enveloppés par les matières injectées, mais il l'attribue à des lignites qui reposaient sur la grauwacke, et qui ont été disloqués, puis mêlés au conglomérat.

Les bois blancs silicifiés de l'Oberkasseler-Busch appartiennent probablement encore à ce groupe tertiaire. La colline de conglomérat basaltique, près du Hoher-Seelbachs-Kopf ou Wolsberg, dans le voisinage de Siegburg, au nord-est de Bonn; celles de Siegburgerberg, de Grimperischsberg, et plusieurs autres de même composition, ont percé, lors de leur soulèvement, les couches de lignite qui les environnent.

M. Erbreich (1) a écrit aussi sur les lignites du Westerwald et sur les éruptions basaltiques qui les ont dérangés et modifiés. M. Ehrenberg (2) a fait connaître le pollen fossile de fleurs de conifères dans le lignite de la Saxe prussienne, du Westerwald et du

(1) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. VIII, p. 3. 1835.

(2) *Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XII, p. 575. — *Neu. Jahrb.* 1839, p. 238.

Vogelsgebirge, ainsi que dans les couches d'infusoires du même pays.

Nassau et Hesse-Cassel.

Nous indiquerons les publications suivantes qui se rapportent aux dépôts tertiaires des provinces de Nassau et de Hesse-Cassel.

GOEPPERT. — *Fleur et pollen découverts dans la houille brune* (braun kohle) *de la Vettéravie*. (*Bull. sc. de l'Acad. imp. de Saint-Pétersbourg*, vol. I, p. 31, 1836. — *Compt. rend.*, vol. IV, p. 417, 1837.) D'après M. Kunth, le pollen est celui du *Betula alnus*.

— — *Note sur les genres* Bétulites, Cupressites, Cucubalites *et* Carpatholites *dans le même gisement*. (*L'Institut*, 25 janv. 1837.—*Nova acta Acad. Cæs. Leop. cur. nat.*, nov. ser., vol. XVIII, p. 547. — *Ibid.*, vol. XIX, p. 99 et 369. 1842. — *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 361; 1837, p. 725; 1841, p. 338.)

— — *De floribus in statu fossili*, etc. Breslau, 1837.

— — *Observations sur les bois fossiles trouvés dans le nord de l'Allemagne, et en particulier sur le bois de chêne.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 518, pl. VIII.) Ces bois, dont on a fait le *Kloedenia quercoides*, ne paraissent pas différer du véritable bois de chêne.

— — *Sur les prétendus épis de blé fossile de Frankenberg.* (*Arb. d. Schles. Gesellsch.*, 1837, p. 67.) Ce sont des restes de *Cupressus*.

H. DE KLIPSTEIN. — *Sur l'existence probable du sel gemme en Vettéravie*. (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 265.) Les recherches faites dans le grès rouge, le grès bigarré et le terrain tertiaire à lignite ne paraissent pas y avoir constaté la présence du sel, du moins en quantité notable.

— — *Das vorkommen der Keuper-formation am Vogelsgebirge*. (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XV, p. 216, carte pl. IX. 1841.)

H. DE MEYER. — *Sur une* Rana diluviana *du dusodyle de Glimbach* (*Giessen*) *et sur des restes de Rhinocéros dans le lignite du Westerwald*. (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 580.)

STRIPPELMANN. — *Cristaux de soufre dans le lignite de Frielendorf, près Cassel.* (*Bergwerks Freund*, vol. II, p. 299.)

— — *Sur le* Rhizomorpha subterranea *dans le lignite de Frielendorf* (*cercle de Ziegen-Hayn*). (*Ibid.*, vol. III, p. 113.)

— — *Sur un filon couche de basalte dans les lignites du*

Habichtswald à Habichtsspiel, et sur le gypse et le soufre de ces lignites. (*Stud. d. Goetting. Verh. bergm. für* 1841, vol. IV, p. 335.)

R.-A. PHILIPPI. — *Sur les fossiles tertiaires de Wilhemshohe, près de Cassel.* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 613.). Sur 144 espèces de mollusques l'auteur en a reconnu 29 qui ont leurs analogues vivantes, 48 qui se trouvent dans les marnes sub-apennines, 23 dans les faluns tertiaires du bassin inférieur de la Garonne, 24 dans le bassin de la Seine, 13 dans le crag d'Angleterre, et 22 dans les couches tertiaires de la Pologne. Ce résultat est, comme on le voit, peu propre à fixer l'âge des couches tertiaires du petit bassin de l'Eder, peut-être contemporain, comme on l'a déjà fait pressentir, des couches de Bünde, etc., situées au N.-O.

LANDGREBE. — *Sur des restes de* Dorcatherium Naui, *Kaup, trouvés dans le conglomérat basaltique du Habichtswald.* (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 307.) Près d'Augustenruhe, des coquilles tertiaires sont enveloppées dans le conglomérat basaltique, et au lieu dit Huhnrodsberg la même roche contient des empreintes de feuilles de dicotylédones (Châtaignier, Saule, Tilleul, etc.).

— — *Sur un coléoptère terrestre du genre* Aphodius *dans les schistes à tripoli avec infusoires, et sur le* Leuciscus leptus *de Huttenberg, dans le Habichtswald.* (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 137.)

— — *Sur le* Dryobalanus basalticus, *fruit fossile de la famille des cupulifères, trouvé dans un conglomérat basaltique du Knull-Gebirge.* (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 813, pl. II.)

— — *Description géologique du district de Mersebourg.* (*Arch. für Min.* de *Karsten*, vol. IX, p. 284. 1836.)

Saxe et Prusse méridionale

DE LEONHARD. — *Carte géologique des environs de Halle et d'Eisleben.* (*Geolog.* Atlas, etc., in-4. Stuttgard, 1841.)

DREVES. — *Sur la constitution géologique du pays de Waldeck.* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 549.)

G. HERBST. — *Sur les restes de conifères dans le lignite très récent de Kranichfeld, près Weimar.* (*Bericht über d. zweite Versaml. d. naturwiss. Verh. f. Thuringen*, in-4, p. 11. Erfurt, 1843. — *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 172 et 567.) Ce sont des fragments du *Pinus kranichfeldensis.*

CH. NAUMANN. — *Esquisse géologique du royaume de Saxe.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 127.)

CH. NAUMANN et B. COTTA. — *Geognostische Karte des Königreichs Sachsens*, etc. Carte géologique du royaume de Saxe et du duché de Saxe, commencée sous la direction de Werner, 1837-1844. 12 feuilles avec coupes. Le royaume de Saxe est publié complétement. Pour les duchés de Saxe, il n'a encore paru que la section de Plauen et Hof.

— — *Erlauterungen*, etc. Explications pour la carte géologique du royaume de Saxe et des pays environnants. 1er cahier, par Naumann, in-8. Dresde et Leipsick, 1836. 2e cahier, 1838. 3e cahier, par B. Cotta, 1839. 4e cahier, 1840. 5e cahier, par Naumann, 1844.

— — *Geognostische Beschreibung*, etc. Description géologique du royaume de Saxe et des pays adjacents; in-8, avec 9 planches de coupes. Dresde, 1845. C'est la réunion avec additions des publications précédentes.

REICH. — *Coup d'œil sur la feuille* 15 *de la carte géologique de la Saxe.* (*Bull.*, vol. IX, p. 108. 1838.) — *Sur la feuille* 10. (*Ibid.*, p. 347.)

C. NAUMANN, B. COTTA, GEINITZ, DE GUTBIER, SCHIFFNER et REICHENBACH. — *Gæa von Sachsen*, etc. Gæa saxonne ou esquisse physico-géographique et géognostique du royaume, du grand-duché et des duchés de Saxe; in-8. Dresde, 1843.

J.-C. FREIESLEBEN. — *Magasin pour l'oryctographie de la Saxe.* 6e cah., 1836. Ouvrage de bibliographie méthodique fort utile pour l'histoire de la science. — 2e partie. *Sur le gisement des combustibles minéraux de la Saxe.* Freyberg, 1846 ?

KIRCHNER. — *De petrefactis et fossilibus quæ Soraviæ et in vicinis agris reperiuntur commentatio;* in-4, 2 pl. Sorau, 1834.

WEIMANN. — *Sur les lignites exploités près de Grunberg.* (*Übers. d. Arb. u. Verh. d. schlesisch Ges.*, 1841, p. 72.)

GOEPPERT. — *Sur les exploitations de lignite de Grunberg, visitées au mois d'avril* 1843. (*Übers. d. Arb. d. schles. Ges. f. vat. Kultur* pour 1843, p. 112. Breslau, 1844.)

— — *Lignite de Laasan.* (*Schlesisch Zeitung.* 1844, p. 1647.)

E. Boll. — *Geognosie der deutschen Ostseelander*, etc. Géognosie des pays allemands situés entre l'Eder et l'Oder; in-8. Neubrandbourg, 1846.

Bohême.

Les lignites de la Bohême, dit M. Chevalier (1), se trouvent à la base du terrain tertiaire. Ils sont placés au pied sud-est de l'Erzgebirge, occupant une zone parallèle à la frontière septentrionale de la province. On les observe particulièrement sur la rive gauche de l'Elbe, dans la partie occidentale, et rarement dans la Bohême orientale. Les principaux gisements sont Kaaden, Saatz, Priezen, Komotau, Brux, Bilin, Possalberg, Laun, Tœplitz et Aussig. Il y en a aussi près d'Eger et de Carlsbad. L'épaisseur des couches dépasse souvent 6 mètres, et atteint sur certains points 20, 25, et même 30 mètres. La substance végétale a été complétement transformée en une pâte bitumineuse brun foncé, à cassure couchoïde. Les ressources économiques que présentent ces lignites paraissent être inépuisables.

M. Rossmaessler (2), après avoir décrit les empreintes végétales des grès à lignites des environs d'Altsattel, semble vouloir placer ces dépôts en parallèle avec l'argile plastique du bassin de la Seine; mais antérieurement, et avec beaucoup plus de raison, M. de Buch les avait rapportés à la période tertiaire moyenne et regardés comme du même âge que ceux d'Œningen et de la Vettéravie, dont nous avons parlé. M. Naumann (3) s'est occupé du soulèvement éprouvé par l'Erzgebirge après le dépôt des lignites et avant celui des tufs phonolitiques et basaltiques. M. Zippe (4) a, de son côté, publié une carte géologique de cette même province, et une carte des environs de Tœplitz a été insérée dans l'*Atlas géologique pour servir à l'histoire naturelle de la terre* (5).

Avant de quitter cette partie du versant nord de l'Allemagne,

(1) *Note sur la richesse minérale de la Bohême en combustibles fossiles*, etc. (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. I, p. 575.)

(2) *Beitrage zur Versteinerungskunde*; in-4, 12 pl. Dresde, 1840. — W. Haidinger, *Pflanzen Reste in den braun Kohlen*, etc., *des Elbogener Kreises*. 1839. — A.-R. Reuss, *Die Kreidegebilde*, etc. Le 2e vol. renferme un *Essai sur les lignites en deçà de l'Elbe*, *les poissons fossiles*, etc.; in-8. Prague, 1844?

(3) *Neu. Jahrb.* 1842, p. 281.

(4) *Bericht üb. d. Verh. Deutsch naturf. in Prag*, p. 134. 1843.

(5) *Geologischer Atlas*, pl. c, par C. de Leonhard; in-4. Stutt-



nous dirons quelques mots des fossiles tertiaires qu'on y a signalés, et particulièrement des travaux dont les infusoires ont été l'objet. M. Ad. Roemer (1) a étudié les céphalopodes des sables marins, et M. R.-A. Philippi (2) les Cythérines de la mollasse, qui jusqu'à présent sont des espèces propres à ce pays. Ce dernier naturaliste a publié aussi des observations sur les fossiles tertiaires du nord-ouest de l'Allemagne (3), mais la manière dont il compare les espèces à celles d'autres pays, sans tenir compte de l'âge relatif des couches de ceux-ci, ne permet aucune déduction rationnelle.

Le *kiselguhr* ou schiste à tripoli de Franzensbad, en Bohême, est presque entièrement composé, dit M. Ehrenberg (4), de Navicules (*N. viridis*), et la farine fossile de Santa-Fiora (Toscane), comme le tripoli de l'Ile-de-France, sont également composés d'infusoires siliceux. Il en est de même du tripoli de Bilin (Bohême), qui renferme des empreintes de poissons et des plantes de l'époque tertiaire. On a vu (*antè*, vol. I, p. 291 et 325) que le fer des marais et des tourbières ou limonite était dû à l'accumulation d'une innombrable quantité de Gallionelles (*G. ferruginea*). Les infusoires observés dans les roches précédentes ou tripoli comprennent 28 espèces, toutes de la famille des bacillariées, et se rapportent à 8 genres vivants. 14 de ces espèces ne peuvent être distinguées de celles qui vivent encore dans les eaux douces, 5 sont des espèces marines également vivantes, et 9 sont ou éteintes ou restées inconnues jusqu'à présent.

Ces débris organiques fournissent à Berlin, chaque année, 50 à 60 quintaux de substance employée comme tripoli ou à d'autres usages

---

gardt, 1841. — *Der Sudeten Fuhrer*. Le guide des Sudètes, par J. Krebs; in-8. Breslau, 1839. — A.-R. Reuss, *Carte géognostique d'une partie de la Bohême.*

(1) *Neu. Jahrb.*, 1838, p. 381, avec planches.

(2) *Ibid.*, p. 514, pl. VI.

(3) *Beitrage zur Kenntniss der tertiar Versteinerungen des nordwestlichen Deutschlands*; in-4. avec 3 planches. Cassel, 1844.

(4) *Observations préliminaires sur l'existence d'infusoires fossiles et sur leur profusion dans la nature.* (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XVIII. — *Compt. rend. de l'Acad. de Berlin*, 1836, p. 36, 50 et 55. — *Arch. de Berlin pour l'hist. nat.*, 1836, p. 240. — *Ann. des sc. nat.*, vol. VI, p. 231. — *Compt. rend.*, vol. III, p. 200. 1836.) — *Sur trois* Biolithes *ou infusoires nouveaux des lignites de l'Allemagne moyenne* (*Godesberg*, *Ostheim*, *Redwitz*). *Acad. de Berlin*. Janv. 1848. — L'*Institut*. 26 juillet 1848. — *Sur des polygastres du succin*, par M. Thomae, *ibid.*, *ibid.*

dans les arts. La grosseur moyenne de ces infusoires est de $\frac{1}{188}$ de ligne, ou $\frac{1}{6}$ de l'épaisseur d'un cheveu ; par conséquent ils sont à peine plus gros que les globules du sang humain, et moitié de ceux du sang de grenouille (1). Les infusoires du fer limonite n'ont pas $\frac{1}{1000}$ de ligne de diamètre, ou $\frac{1}{11}$ de celui d'un cheveu. Les argiles à polir de Cassel (2) sont aussi composées de carapaces siliceuses de ces animaux microscopiques. A Bilin, la roche à infusoires forme la partie supérieure du Tripelberg ; elle se trouve à 100 mètres au-dessus de la rivière de Biela, et son épaisseur est de $4^m,50$. Elle repose sur une couche d'argile à laquelle succède une marne crayeuse. La base de la montagne est formée de gneiss. Le schiste siliceux et les demi-opales sont composés des mêmes espèces, et la dernière de ces substances résulte de l'agglomération de carapaces d'infusoires par une pâte siliceuse amorphe. L'auteur suppose que cette pâte provient en partie de la dissolution d'un certain nombre de carapaces siliceuses vides. Les espèces les plus abondantes sont particulièrement les *Gallionella distans*, *varians* et *ferruginea*. Ces diverses couches semblent appartenir à la formation tertiaire moyenne et être du même âge que les dépôts lacustres environnants.

Des corps organisés semblables ont été reconnus dans la semi-opale de Champigny, dans celle de la dolérite de Steinhen, et dans celle qui provient des masses serpentineuses de Kosemitz, en Silésie. L'opale précieuse de Kaschau et celle de Kosemitz renferment également des débris organiques. Des algues microscopiques et des bryozoaires accompagnent les infusoires du silex de Delitzsch, entre Leipsick et Wittemberg, et ces derniers se trouvent aussi associés à des plantes et à des animaux évidemment marins (3). M. Ehrenberg (4) avait démontré, en outre, que le dusodyle était un schiste à polir composé de tests d'infusoires imprégnés de bitume,

(1) Nous n'avons pas reproduit les chiffres exprimant la quantité d'animalcules contenus dans une ligne et dans un pouce cubes, parce qu'ils ne concordaient point entre eux, non plus que plusieurs autres détails rapportés dans les divers recueils que nous indiquons.

(2) *Observations préliminaires*, etc., 2ᵉ art. (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, n° [illegible] — *Ann. des sc. nat.*, vol. VII, p. 27. — Elie de Be[illegible] *Sur le tripoli de Bilin*. (*Acad. des sc.* 3 sept. 183[illegible] [illegible], *id.*)

(3) *Acad. des sc. de Berlin*, [illegible] *Inst.* 26 avril 1837.

(4) *Ann. der Chem. und Ph*[illegible], p. 573. 1839.

et que les houilles feuilletées ou papyracées (*papier kolhe*) n'étaient que du dusodyle noir. M. Steininger (1) a découvert une couche de schiste à infusoires sous le lignite feuilleté de Geislingerwald. Ce sont des Gallionelles, des Navicules et quelques autres genres. Sur 8 espèces, 4 vivent encore dans les eaux douces du pays.

Gallicie septentrionale.

D'après les communications de M. de Hauer, M. Bronn (2) a reconnu qu'il existait dans la Gallicie et la Transylvanie des dépôts tertiaires du même âge que ceux des environs de Vienne. Ce rapprochement a été établi surtout par la comparaison des coquilles fossiles. La constitution géologique du Tatra a été étudiée par M. Zeiszner (3), qui a donné aussi beaucoup de détails à la suite d'un voyage dans les Carpathes septentrionales (4).

Parmi les dépôts de sel gemme, connus aujourd'hui à la surface du globe, aucun n'a excité un aussi vif intérêt que celui de Wieliczka, au sud-est de Cracovie, intérêt qui s'explique par la grandeur des exploitations, tant en profondeur qu'en surface, par la puissance des couches de sel, par leur pureté, et par l'incertitude qui a régné longtemps sur l'époque de leur formation. Lill de Lilienbach, dans un Mémoire sur le bassin de la Gallicie et de la Podolie (5) qui fut publié après sa mort par les soins de M. Boué, paraît n'avoir pas bien compris encore l'âge du sel de Wieliczka, qu'il croyait appartenir au grès des Carpathes, et être par conséquent inférieur aux roches tertiaires, ou *groupe des grès*, sous lequel il place aussi, dans le bassin du Dniéper, du gypse et des mollasses tertiaires. M. Boué, néanmoins, avait toujours pensé qu'il n'en était pas ainsi, malgré l'apparence que présente le massif salifère adossé contre les grès secondaires des Carpathes, et paraissant y être subordonnés ou en être le prolongement.

---

(1) *Acad. de Berlin*. 1840, p. 27. — L'*Institut*. 14 janv. 1841. — Voyez aussi : *Observations diverses sur les roches composées d'infusoires*. (*Bericht üb. d. Verh. d. Akad. d. Wiss.* Berlin, 1844, p. 414.) — *Sur les tuiles surnageantes et leur imitation possible avec les couches à infusoires en Allemagne et à Berlin*. (*Journ. f. prakt. Chem.* de *Erdmann*, vol. XXVII, p. 178. 1842.)

(2) *Neu. Jahrb.*, 1837, p. 653. — *Ibid.*, 1839, p. 76.

(3) Ce nom paraît s'écrire également *Zeuschner*. — *Bibliot. Warszawskiej*, etc. Bibliothèque de Varsovie. 1842.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 353. — *Ibid.*, 1840, p. 487.

(5) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 45, 1833, avec carte et coupes.

En 1835, M. Zeiszner (1) indiqua positivement que les couches de sel, ainsi que les sources salées de l'arrondissement de Sambord, n'appartenaient pas au grès secondaire, et se fondant sur les espèces de coquilles trouvées à Wieliczka, il plaça tout le dépôt dans le terrain tertiaire : aussi n'est-il pas probable que, dans le Mémoire qu'il a publié ultérieurement, ce géologue (2) ait prétendu nier l'existence du sel dans le sol tertiaire de la Gallicie, en réunissant sans motifs les grès à Fucoïdes au grès salifère, contrairement à l'opinion de M. Boué. En traitant le même sujet à la réunion des naturalistes qui eut lieu à Grætz au mois de septembre 1843 (3), il a ajouté que ces dépôts devaient être même d'une période tertiaire assez récente, d'après les fossiles qui en provenaient, et que M. Philippi avait déterminés (4) (6 polypiers, 14 polythalames, 1 échinoderme, 1 Serpule, 7 mollusques acéphales; 8 gastéropodes, 3 Cythérines, des Écrevisses et des dents de Requin). Les couches paraissent, en effet, être adossées, comme on vient de le dire, au grès à Fucoïdes, dont il est assez difficile de les séparer, tandis qu'elles se distinguent nettement du *coral rag* (5). L'auteur énumère fort en détail les diverses couches d'argile salifère, de gypse et de sel, puis les sables et les grès tertiaires qui sont dessus, et enfin le lehm, avec des coquilles terrestres et des débris d'Éléphant et de Rhinocéros. Le soufre de Szoszowice ferait aussi partie de ce gisement. Outre les fossiles déjà mentionnés, M. Zeiszner cite encore : *Pecten Lyellii*, *P. cristatus*, Bronn, *Mytilus edulis*, Linn.? *Unio Lavateri*, de Munst., Gold.? *Cardium*, *Nucula comta*, Gold., *N. striata*, Lam., *N. margaritacea*, id., 1 Anatife, *Natica epliglottina*, Lam., *Fusus*, *Pedipes buccinea*, Desh., *Caryophyllia*, *Ostrea navicularis*, Brocc., *Helix*, *Paludina*, *Portunus*, *Juglans salinarium* et un autre Noyer, un fruit de légumineuse, et du bois de *Taxites*.

Ces recherches et d'autres que nous indiquerons ne suffisaient pas néanmoins pour fixer nettement l'horizon géologique du sel de Wieliczka dans la série tertiaire, parce que le point de vue auquel s'étaient placés les géologues préoccupés de cette question était trop

---

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 4. 1835. — *Sur le sol tertiaire des environs de Zloczow, Olesko et Padhorce.* (*Bull.*, vol. IV, p. 400. 1834.)
(2) *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 353. — *Ibid.*, 1840, p. 487.
(3) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 21. 1843.
(4) *Neu. Jahrb.*, 1843, p. 568.
(5) *Ibid.*, 1844, p. 513.—*Biblioth. de Varsovie*, 1844, avec pl. de fossiles.

restreint. MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (1), en prenant des termes de comparaison plus éloignés, mais dont les rapports étaient assez bien établis, firent voir que ces couches salifères passaient graduellement au terrain tertiaire du bassin supérieur de la Vistule.

Les masses de sel gemme exploitées à de grandes profondeurs ne sont que de vastes concrétions subordonnées aux argiles accumulées sur le bord extérieur des roches secondaires les moins anciennes (grès des Carpathes), et cela après l'élévation de la chaîne. En traçant leurs contours dans les immenses travaux souterrains de Wieliczka, on s'est assuré que ces masses de sel, dont le diamètre est très considérable dans le voisinage des principaux puits, s'étendent de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., en formant une bande étroite qui s'amincit vers le N. Dans cette direction, cette bande est représentée par des lits peu épais qui passent sous les sables coquilliers des bords de la Vistule, et avec lesquels ils ne tardent pas à se confondre.

Le sel forme donc des concrétions en dômes qui s'atténuent et se perdent à peu de distance lorsqu'on les suit au N. ou au S.; mais il est plus ou moins continu, et constitue des amas ellipsoïdes de plusieurs lieues de long de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. En résumé, le sel, quelle que soit la cause qui l'a produit, a été déposé le long d'un ancien rivage des Carpathes, dont les collines basses, composées de grès secondaire (grès vert), formaient la limite méridionale. D'après les fossiles, dont le plus grand nombre se retrouvent avec profusion dans les sables voisins de la Vistule, non seulement il ne peut y avoir de doute que le sel de Wieliczka ne soit de la formation tertiaire moyenne, mais encore on peut se demander s'il ne serait pas plus récent, et de la période sub-apennine, la *Ringicula buccinea* qu'on y trouve étant une coquille à la fois des formations moyenne et supérieure, et qui vit encore dans les mers actuelles.

MM. J.-N. et L.-E. Hrdina (2), qui avaient déjà donné une notice sur le sel gemme et l'exploitation de Wieliczka, ont publié une histoire de cette saline célèbre, accompagnée d'observations géologiques sur les dépôts salifères en général (3). Cet ouvrage, qui répond à l'intérêt du sujet, manquait depuis longtemps à la science

(1) *The Geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 291. 1845.
(2) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XVI, p. 774. 1842.
(3) *Geschichte der Wieliczkaer saline*; in-8, avec cartes et vues in-f°. Vienne, 1842.

et à l'industrie. M. Schilling (1) a décrit le *Ptinus salinus* recueilli dans le sel, et M. Rend Schmidt (2) des coléoptères (*Elmis*) provenant du même dépôt. On a découvert depuis peu du fer oligiste tapissant les fissures de l'argile salifère dans une partie des exploitations où s'était manifesté un incendie. Ce produit viendrait confirmer la théorie de M. Mitscherlich sur la formation des cristaux de fer oligiste dans les fissures des roches volcaniques par la présence du chlore (3). M. Ezquerra del Bayo (4) a étudié les mines de soufre en nodules dans les grès tertiaires avec lignite et gypse de Swoszowice, près Wieliczka.

Plus au N., à Korinitza, sur la Nida, tributaire de la Vistule, les sables sont plus calcarifères que précédemment, et passent à un calcaire sableux, blanchâtre, paraissant reposer sur des marnes et des argiles. Il y a d'ailleurs peu de bonnes coupes dans ces couches faiblement agrégées et irrégulièrement distribuées qui s'élèvent à 50 et 66 mètres au-dessus de la rivière, et qui recouvrent des calcaires jurassiques remplis de fossiles. Les coquilles tertiaires sont très fréquentes dans les champs et dans les ravins, et parmi celles que citent les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe*, 33 espèces connues sur d'autres points de l'Europe établissent le parallélisme de ces dépôts de la haute Vistule, de Wieliczka, etc., avec les couches tertiaires moyennes du bassin du Danube, de la France et de l'Italie. Cette conclusion sera encore justifiée lorsque nous rechercherons plus loin leur position par rapport aux couches tertiaires inférieures du nord de la Wolhynie et du bassin du Dnieper.

§ 3. Europe centrale.

Bassin du Rhin moyen.

La ligne de partage très sinueuse qui sépare les affluents du Weser et de l'Ems, au N. et au N.-E., de ceux du Rhin, au N.-O., après avoir passé par les sommités du Vogelsgebirge, se continue au S.-O. presque directement, suivant les crêtes du Taunus et du Hundsruck. Cette ligne, qui marque aujourd'hui des bassins hydro-

(1) *Arb. u. Verhand. d. schlesisch. Ges.*, 1843, p. 174.
(2) *Ubers. d. Arb. d. schlesisch. Ges.*, 1837, p. 102.
(3) L'*Institut*. 25 fév. 1846.
(4) *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 401. — Voyez aussi : H. Rose, *Sur le sel décrépitant de Wieliczka.* (*Journ. de pharm. et de chim.*, vol. I, p. 137. 1842.)



graphiques distincts, est aussi en rapport avec la distribution des sédiments tertiaires du pays. Ainsi, au N., sont les dépôts marins de Cassel, de Bünde, d'Osnabruck, etc., tandis qu'au N.-O., sur les pentes du Westerwald, puis circonscrivant le pied des collines de transition sur les rives du Rhin, ou bien isolées dans leurs dépressions, et alternant çà et là avec les produits volcaniques qui les ont dérangées, se montrent les couches exclusivement d'eau douce dont nous avons parlé. Ces dernières indiquent l'existence d'un ancien lac, qui s'étendait des environs d'Aix-la-Chapelle à Bensberg, pendant que les eaux marines s'arrêtaient à la hauteur de Dusseldorf.

Au sud-est de la ligne du Taunus et du Hundsruck, interrompue aujourd'hui par la fente que parcourt le Rhin de Bingen à Coblentz, se développent, dans la vallée du Rhin comme dans celle du Mein, des sédiments marins ou d'eau saumâtre et lacustres très considérables. Ainsi, pendant la période tertiaire moyenne, période à laquelle paraissent appartenir ces divers dépôts, il n'y avait entre eux aucune communication directe. Les couches marines du bassin du Weser et de l'Ems se reliaient sans doute vers le N.-O. avec celles de Dusseldorf, mais ces dernières étaient complétement séparées du bassin marin de Mayence par un puissant massif de terrain de transition. Sur la pente nord-ouest de ce massif un vaste lac et d'autres de moindres dimensions recevaient les argiles, les sables, les grès et les conglomérats du groupe des lignites, pendant qu'au pied de son escarpement sud-est s'accumulaient des sédiments marins ou d'embouchures, dans des eaux probablement en rapport avec celles où se déposait la mollasse de la Suisse, du sud de la France et du bassin du Danube (1).

Hesse-Darmstadt.

Ne pouvant donner encore une description méthodique aussi exacte que nous le désirerions de la succession des couches, de leur distribution géographique, et de la répartition des fossiles dans la formation tertiaire de cette partie du bassin du Rhin, nous nous bornerons à rappeler ce qu'en disait M. Lyell en 1835, et à énumérer ensuite avec quelques remarques les publications qui s'y rapportent.

Les couches tertiaires des environs de Mayence renferment une grande quantité de *Mytilus Brardi*, Al. Brong., et d'autres co-

(1) Voyez aussi : Hibbert, *Histoire des volcans éteints du bassin de Neuwied, sur le Rhin inférieur*; in-8, avec planches. Edimbourg, 1832.

quilles caractéristiques de la formation moyenne. Elles occupent une surface dont la largeur varie de 5 à 12 milles, et qui s'étend sur la rive gauche du Rhin, de Mayence à Mauheim. Elles existent, en outre, à l'est, au nord et au sud de Francfort. Sur certains points, elles ressemblent à des dépôts d'eau douce, mais dans d'autres, comme à Alzey, les coquilles sont pour la plupart marines. Les Cérites y abondent particulièrement, ce qui indique le voisinage de cours d'eau venant des terres, et la grande quantité de coquilles terrestres, surtout des Hélices, confirme cette induction. Les espèces de coquilles sont peu variées, mais les individus sont excessivement multipliés, ce qui s'accorde encore avec la supposition que ces sédiments ont été déposés dans un golfe profond ou dans une mer qui, comme la Baltique, était saumâtre dans certains points, et presque douce sur d'autres. Une espèce de Paludine très voisine de la *P. ulva* se retrouve sur toute l'étendue du bassin. Ces coquilles, dont les dimensions ne dépassent pas celles d'un grain de riz, sont accumulées en si grande quantité, qu'elles composent presque à elles seules des bancs très épais de marne et de calcaire (1).

Publications relatives à la géologie du Duché de Hesse-Darmstadt.

J.-J. KAUP et J.-B. SCHOLL. — *Verzeichniss*, etc. Catalogue des moules en plâtre des animaux fossiles du Muséum de Darmstadt, 2e éd. Darmstadt, 1834. — *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 620.

J.-J. KAUP. — *Die zwei Urweltlichen*, etc. Sur deux animaux éteints (*Hyppotherium gracile* et *nanum*) semblables au Cheval, et formant un genre intermédiaire entre ce dernier et le *Palæotherium*, ossements trouvés dans le sable tertiaire d'Eppelsheim. (*Nova acta Acad. Cæs. Leop. naturæ cur.*, vol. XVII, p. 171, pl. XII. 1835.)

— — *Description d'ossements fossiles des mammifères inconnus jusqu'à ce jour qui se trouvent dans le Muséum de Darmstadt*, in-4; cah. 1 à 5, avec planches. Darmstadt, 1835-1839.

(1) Ch. Lyell, *Principles of geology*, 4e éd., vol. IV, p. 144. Londres, 1835.

— — *Sur les Mastodontes de grande et de moyenne taille*, *ibid.*, cah. 4. 1835. — *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 494.

De Klipstein et J.-J. Kaup. — *Beschreibung*, etc. Description et représentation d'un crâne colossal de *Dinotherium giganteum* trouvé dans la Hesse rhénane, avec des observations géologiques sur les dépôts ossifères du bassin tertiaire du Rhin moyen ; in-4, avec planches. Darmstadt, 1836.

J.-J. Kaup. — *Tête fossile du* Dinotherium giganteum *trouvée à Eppelsheim.* (*Compt. rend.*, vol. III, p. 175, 16 août 1836.)

De Klipstein et J.-J. Kaup. — *Description d'un crâne colossal de* Dinotherium giganteum *trouvé dans la province rhénane du grand-duché de Darmstadt ;* in-4, avec atlas de 6 pl. Paris, 1837.

H. de Meyer. — *Critique sur l'âge du terrain tertiaire coquillier et fossilifère d'Eppelsheim*, *rapporté par M. de Klipstein à la formation inférieure du bassin de la Seine.* (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 561. — *Ibid.*, 1842, p. 585.) L'auteur pense que ces dépôts appartiennent à la période de la mollasse suisse, des sables de la Podolie, des argiles des Pampas (nous avons placé ces dernières dans l'époque quaternaire, *antè*, p. 388), et qu'ils ne sont point les équivalents du calcaire lacustre moyen ni du calcaire grossier supérieur du bassin de la Seine.

E. Desor. — *Notice sur le* Dinotherium giganteum; in-4. Paris, 1837.

Voltz. — *Coupe des environs d'Eppelsheim.* (*Bull.*, vol. VIII, pl. v, p. 198. 1837.) On y voit le conglomérat séparé du calcaire marin par une argile qui paraît en avoir nivelé la surface plus ou moins dénudée. Au-dessus du conglomérat viennent, sur une épaisseur de 5 ou 6 mètres, des bancs de sables et de cailloux ou gravier surmontés par le lehm.

Bronn. — *Sur l'âge géologique et les restes organiques des roches tertiaires du bassin de Mayence.* (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 153 et 431. — *Bull.*, vol. VIII, p. 23. 1837.) Comme M. H. de Meyer, l'auteur combat l'opinion de MM. de Klipstein et Kaup, et fait voir que des 36 espèces d'animaux vertébrés du bassin de Mayence aucune ne se retrouve dans le calcaire grossier, et il en est de même des

53 espèces de mollusques. 25 espèces de vertébrés sont au contraire communes aux bassins de Mayence et de Vienne, et si les coquilles caractéristiques de ce dernier ne se montrent point dans le premier, cela peut tenir à ce que les couches de Mayence représenteraient la partie tout à fait supérieure de la formation tertiaire moyenne. Alors les eaux étaient devenues saumâtres ou presque douces, et les Paludines, les Potamides, etc., avaient remplacé les coquilles marines caractéristiques du bassin de Vienne.

BRAUN. — *Sur l'étendue des couches tertiaires coquillières et ossifères de Mayence.* (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 316.)

J.-J. KAUP. — *Sur divers ossements de mammifères de Flonheim et Eppelsheim*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 318.)

H. DE MEYER. — *Ibid.*, 1843, p. 702. (*Myliobates serratus* et *halianassa*, *Emys hospes.*) *Ibid.*, 1844, p. 332.

— — *Ossements divers* (Microtherium Renggeri) *du dépôt tertiaire de Weisenau.* (*Ibid.*, 1839, p. 699, et 1844, p. 331.)

W. HŒNINGHAUS. — *Os de Cormoran trouvé dans le calcaire à Paludines de Mombach, près Mayence.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 70.)

H. DE MEYER. — *Calcaire à* Indusia *de Mombach.* (*Ibid.*, 1841, p. 460.)

— — *Sur les mammifères fossiles de la collection de Wiesbaden.* (L'*Institut*, 17 mars 1842.)

J. KAUP. — *Sur la synonymie des deux espèces de* Dinotherium (D. giganteum *et* Koenigii). (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 241.)

W. HŒNINGHAUS et H. DE MEYER. — *Sur des ossements de* Palæomeryx Scheuchzeri, medius *et* pygmæus, *d'*Hyotherium Meisneri *du calcaire à Paludines de Mombach.* (*Ibid.*, 1840, p. 219; — 1841, p. 102; — 1842, p. 385, et 1844. p. 331.)

ALEX. BRAUN. — *Tableau comparatif de la faune des mollusques vivants et fossiles de la vallée du Rhin avec celle du bassin tertiaire de Mayence.* (*Amt. Ber. ub. d. Deutsch. naturf. Verh. in Maynz*, 1843, p. 142.) Les dépôts tertiaires de Mayence renferment jusqu'à présent 300 espèces fossiles, dont 3 polypiers, 12 foraminifères, 1 échinoderme, 1 brachiopode, 72 acéphales, 107 gastéropodes,

3 annélides, 9 crustacés et 2 insectes. Les couches d'Alzey et de Flonheim sont plus particulièrement marines. Parmi les 102 espèces de coquilles d'eau douce et terrestres du bassin du Rhin, 28 sont fluviatiles ou lacustres, et 74 terrestres. De ces dernières 10 vivent encore. Le genre Strophostome seul paraît n'avoir plus de représentant dans la nature actuelle.

R.-I. MURCHISON. — *On the important additions*, etc. Sur des additions importantes faites depuis peu sur les fossiles du bassin alluvial et tertiaire du Rhin moyen. (*Rep.* 13[th] *Meet. brit. Assoc. at Cork*, 1843, p. 55 des *Notices*. — *Amer. Journ.*, vol. XLVII, p. 183. 1844.) Les nombres cités ici, d'après le même M. Braun, diffèrent assez des précédents : il y a 5 polypiers au lieu de 3, 87 acéphales au lieu de 72, 215 gastéropodes au lieu de 197, 5 annélides au lieu de 3 : en tout, 337 animaux marins et 103 fluviatiles et terrestres. Total : 450 animaux invertébrés. Certaines analogies de formes organiques et le petit nombre d'espèces ayant leurs identiques dans la faune actuelle, ajoutés à la présence d'un *Anthracotherium* et d'un autre mammifère (*Chalicotherium Goldfussii*), voisin des *Anoplotherium* et des *Palæotherium*, ont porté M. Braun à classer ces dépôts dans le terrain tertiaire inférieur, au niveau du groupe gypseux ou calcaire lacustre moyen du bassin de la Seine, et de celui des couches de Ryde et de Binstead, dans l'île de Wight. M. Murchison, qui adopte cette conclusion, n'en fait pas moins remarquer la difficulté de faire descendre aussi bas l'apparition du *Dinotherium ;* mais, d'après les coupes que l'on a données du gisement de ce grand mammifère, il paraîtrait y avoir une discontinuité très prononcée entre la couche qui le renferme et les calcaires marins sous-jacents. Les couches les plus inférieures du bassin de Mayence, qui sont des sables avec lignite, représenteraient l'argile plastique des bassins de Paris et de Londres, les sables qui sont au-dessus le calcaire grossier, et les couches supérieures avec les nombreux vertébrés seraient parallèles au gypse du bassin de la Seine. (*The geology of Russia in Europe*, p. 282.) — L'étude des ossements de Rhinocéros, de Cerf et de Tapir a convaincu M. Kaup qu'ils avaient une

grande analogie avec les types des mammifères de l'Inde et de l'archipel de la Sonde, et ne présentaient aucun rapport avec la faune actuelle de l'Europe. Ce naturaliste a également constaté, comme l'avait avancé M. Owen, que le *Tetracaulodon*, le *Missourium*, etc., de l'Amérique étaient de véritables Mastodontes.

H. DE MEYER. — *Résumé sommaire des animaux vertébrés fossiles du bassin tertiaire de Mayence, et en particulier de Weisenau.* (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 379 et 701.) L'auteur signale 68 mammifères, dont un nouveau genre (*Acanthodon ferox*) et un *Amphicyon*, 30 reptiles, 13 oiseaux et 8 grenouilles. Les espèces sont presque toutes nouvelles, et la plupart sont de petites dimensions.

W. HOENINGHAUS. — *Pflanzen Reste*, etc. Restes de plantes du calcaire d'eau douce de Mombach, 1 f. 1843.

H. DE MEYER. — *Sur les restes de* Trionyx (T. Gergensii) *et d'oiseaux provenant du terrain tertiaire de Mayence.* (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 565.)

— — *Osselets auditifs des poissons fossiles dans le bassin du Rhin.* (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 335 et 566.)

— — *Découverte de deux nouvelles espèces de Chauve-Souris dans les couches tertiaires de Weisenau.* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 798. — *L'Institut*, 2 déc. *id.*)

CH.-PH. DE RINDHEIM. — *Naturhistorische Beschreibung*, etc. Description de l'histoire naturelle de l'Odenwald; in-8. Darmstadt, 1843.

C. THOMAE. — *Collection de coquilles fossiles des couches tertiaires de Hochheim et Wiesbaden, et leur classement dans le musée de Wiesbaden* (*Jahrb.* des *Vereins f. naturk. im Herzogth. Nassau.* 1844, vol. II, p. 125, avec 4 pl. Wiesbaden, 1844.)

DE KLIPSTEIN. — *Eaux jaillissantes obtenues à* 200 *pieds de profondeur dans l'argile tertiaire à Offenbach.* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 373.)

— — *Forage dans le calcaire tertiaire d'Alzey.* (*Ibid.*, 1837, p. 170.)

Grand-duché de Bade.

Nous indiquerons les ouvrages suivants, qui se rapportent à la géologie du grand-duché de Bade.

A. DE KLIPSTEIN. — *Sur un* [illegible] *des bois*

de bouleau et de pins, situé dans une dépression du muschelkalk, près de Hochhausen, sur le Neckar. (*Neu. Jahrb.*, 1834, p. 528.) Ces lignites sont semblables à ceux de la Vettéravie.

ALTHAUS. — *Dépôt tertiaire avec Hélices près des phonolites de l'Hegau.* (*Ibid.*, 1835, p. 63.)

ZENTNER. — *Das Renchthal*, etc. La vallée de Rench et ses bains, avec un appendice botanique et géologique, 2e éd., in-8. Fribourg en Brisgau, 1839.

KILIAN. — *Sur une mâchoire fossile de Baleine trouvée à Manheim.* (*Acht. Jahresb. d. Manheim Ver. f. naturk.* — 8e compt. rend. de la Soc. d'hist. nat. de Manheim, 1841, p. 15.)

P. MERIAN. — *Sur le conglomérat calcaire coquillier du versant occidental de la partie sud de la forêt Noire.* (*Ber. ub. d. Verh. d. naturf. Ges. in Basel*, vol. I, p. 38.)

FROMHERZ. — *Carte des lacs qui ont existé dans la forêt Noire pendant l'époque alluviale.* (*Geogn. Beobach. ub. d. Schwarzwald*, 1842.)

H. DE MEYER. — *Über fossile Reste von Ochsen*, etc. Sur des restes fossiles de Bœufs et leur gisement. (*Nova acta phys. med. Acad. Car. Leop. nat. cur.*, vol. XVII, p. 103. 1835.) Ces débris, ainsi que ceux d'Éléphant et de Cheval trouvés près d'Offenbourg (l'*Institut*, 19 août 1842; — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 715), appartiennent sans doute au terrain quaternaire.

G. DE LEONHARD. — *Esquisse géologique du grand-duché de Bade.* (*Neu. Jahrb.*, 2e cah. 1846.) C'est un travail de minéralogie et de géologie assez détaillé sur les roches et les terrains qui sera utilement consulté.

Bassin super. et moyen du Danube. Wurtemberg.

La chaîne de l'Albe imprime au Wurtemberg son principal caractère physique; et avant de parler du terrain tertiaire de ce pays, nous en dirons quelques mots, ainsi que de plusieurs faits omis précédemment. Cette chaîne est dirigée du S.-O. au N.-E.; son versant nord-ouest offre une pente rapide et s'élève à 286m,49 (1) au-dessus du fond de la vallée, tandis que sa pente

(1) Nous supposons que l'auteur a fait usage du *pied de Wurtemberg*, qui équivaut à 0m,28649.

sud-est est doucement inclinée. Le point culminant, qui se trouve dans le chaînon du Heuberg, entre Tuttlingen et Bahlingen, atteint 888^{m},11 de hauteur absolue. Les éruptions basaltiques, suivant M. de Mandelsloh (1), sont le principal agent du soulèvement de l'Albe, et c'est dans les parties où ces éruptions ont eu le plus d'énergie et sont le plus nombreuses, que la chaîne atteint sa plus grande élévation. Les vallées transversales, profondes, et dont les flancs sont escarpés, offrent souvent des basaltes, et surtout des tufs basaltiques en filons, de sorte que leur origine résulte, suivant toute probabilité, de crevasses produites par les éruptions. Excepté dans le voisinage immédiat des roches ignées, les terrains de l'Albe sont en couches peu inclinées, mais il y a des failles qui ont occasionné des différences souvent considérables dans le niveau de ces dernières. Le soulèvement de la chaîne n'a point été, à proprement parler, un redressement des strates; il a élevé presque horizontalement de grandes étendues du sol comme sur le versant oriental de la forêt Noire, et sur la pente occidentale des Vosges.

Après avoir exposé les caractères physiques généraux de l'Albe, l'auteur décrit les tufs calcaires qui se forment encore dans beaucoup de vallées, et dont quelques uns ont de 10 à 12 mètres d'épaisseur. On n'y a trouvé que des débris d'animaux de l'époque actuelle, des poteries romaines, des armes et des squelettes humains. La tourbe est peu développée sur le plateau même, excepté dans sa partie orientale. Le terrain diluvien ou quaternaire comprend deux dépôts distincts : 1° le *lehm* ou *loess*, d'un brun clair, qui n'est bien caractérisé qu'à une certaine distance de la chaîne dans la vallée du Neckar, etc , où il renferme des restes de Mammouth; 2° les dépôts de cailloux roulés de roches primaires et de calcaires, qui se trouvent sur le versant oriental, et paraissent provenir, soit du nagelfluh des environs, soit des roches des Alpes suisses et de la forêt Noire.

Le terrain tertiaire comprend les calcaires d'eau douce et la mollasse adossés au versant sud-est de l'Albe, et formant une sorte de ceinture dont l'épaisseur n'est pas bien connue, mais qui dépasse

(1) *Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg.* (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. II. 1835.) — *Geognostische profile*, etc. Profils géognostiques de l'Albe du Wurtemberg, avec un Mémoire explicatif; in-4, avec planches. Stuttgard, 1834.

souvent 50 mètres. M. de Mandelsloh pense que, dans la haute Souabe, la mollasse, le calcaire d'eau douce, le nagelfluh et les cailloux roulés diluviens sont liés de la manière la plus intime. Ainsi le calcaire lacustre de Steinheim renferme des débris de quadrupèdes et des coquilles d'eau douce comme celui de la mollasse suisse. Le calcaire d'Ermingen près d'Ulm est recouvert par la mollasse avec des Turritelles. Enfin la mollasse et le nagelfluh alternent dans le Wurtemberg comme au Rigi.

L'argile du minerai de fer pisiforme paraît être propre aux parties élevées du plateau de l'Albe ; elle y est constamment déposée sur le calcaire jurassique, et on ne l'a jamais vue recouverte par d'autres dépôts. Des crevasses souvent profondes ou des cavités en forme d'entonnoir sont remplies de terre glaise jaune, rougeâtre, qui renferme le minerai de fer en grain. On y a trouvé des dents de Squales et de reptiles, et plus de 40 espèces de mammifères (10 carnassiers, 3 rongeurs, 9 ruminants et 20 pachydermes (Mastodonte, Rhinocéros, Tapir, *Anoplotherium* et *Palæotherium*).

Les minerais de Nattheim et d'Oggenhausen ne paraissent pas être contemporains de ceux de Neuhausen, de Salmandingen, de Thalbeim, etc., et il n'y a point de débris de mammifères. A Nattheim le minerai repose sur un calcaire argileux renfermant des grains de fer pisolithique, et le gisement serait semblable à ceux qu'ont décrits MM. Walchner et Thirria (1) comme étant le dépôt originaire du minerai pisiforme, et dont la destruction et le charriage par les eaux diluviennes auraient ensuite contribué à remplir les crevasses. Le calcaire argileux avec minerai en grain de Nattheim est analogue aux gisements des environs de Béfort et de Lucelle (2).

. Le lignite des argiles du minerai pisiforme se trouve dans des entonnoirs du calcaire jurassique. On en a rencontré à 752 mètres de hauteur absolue, ou à 184 mètres au-dessus du Danube. Un de ces dépôts, qui a 10 mètres d'épaisseur, est formé de bois bitumineux et de lignite terreux. On a remarqué que des conglomérats basaltiques et des dolomies jurassiques se trouvaient toujours dans

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. I. 1830.
(2) *Statistique minér. et géol. du départ. de la Haute-Saône*, p. 116. 1833. — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. X, p. 95. 1836. L'auteur rapporte ces dépôts originaires à la période du grès vert, mais par des motifs qui semblent encore peu concluants.

le voisinage des lignites, et que les roches dans lesquelles ceux-ci se présentent sont tellement altérées, que les fragments de calcaire du coral-rag, disséminés dans l'argile même, semblent avoir été changés en craie.

Nous ajouterons l'indication des publications suivantes à ce que nous venons de dire sur le terrain tertiaire du Wurtemberg :

L. DE BUCH. — *Sur les colimacées du petit dépôt d'eau douce de Steinheim.* (*Acad. de Berlin*, 18 janvier 1836.)

A. SCHMIDT. — *Die wichtigsten Fundorte*, etc. Les localités principales des fossiles du Wurtemberg avec leurs caractères; in-12. Stuttgardt, 1838. Cet ouvrage est précédé d'une *Introduction* par M. le comte de Mandelsloh.

C.-H. DE ZIETEN. — *Catalogue géologique de tous les fossiles du Wurtemberg, avec l'indication des localités où on les rencontre.* (*Corresp. d. Landwerthsch.*, vol. I, 1839.) — Tirage à part; in-8. Stuttgardt, 1839.)

JÆGER. – *Découverte de deux Tortues d'eau douce à Steinheim.* (*Isis*, 1839, p. 814.)

— — *Uber die fossiles*, etc. Sur les mammifères fossiles du Wurtemberg, in-f°. Part. 1re, IX planches. Stuttgardt, 1835. — Part. 2, XI pl. 1839. — Voyez aussi : *Isis*, vol. XXI, p. 442 et 520. 1830.

H. DE MEYER. — *Sur un cétacé allié aux Dauphins et le Metaxitherium de Christol, provenant de la mollasse de Baltringen.* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 315, et 1842, p. 101.)

J.-C. HEHL. — *Rapports géologiques du Wurtemberg.* (*Géographie und statistik Wurtemb.* de *Memminger*, 1841.) Tirage à part; in-8. 1841.

— — *Résumé sur les rapports géologiques des fossiles du Wurtemberg.* (*Schrift d. in Saint-Peterburg gestift. Rus. k. ges. f. d. ges. mineralog.*, vol. I, p. 269. 1842.)

C.-H. DE ZIETEN. — *Die Versteinerungen Wurtembergs.* Les pétrifications du Wurtemberg, 2e éd., in-f°. Stuttgardt, 1845. On y trouve figurés et décrits les fossiles d'eau douce des environs de Steinheim et de Ulm.

P. MOHR. — *Die Petrefacten der Trias und des Jura so wie des tertiar und diluvial Bildungen Wurtembergs*, etc.; in-8. Stuttgardt, 1847.

FALKENSTEIN et HARTWIG. — *Furtenstein et ses environs*, des-

Bavière.

cription topographique de la formation de la vallée du Hellbach et du Salzbach avant leur réunion à Polmitz; in-8, avec carte. 1839.

DE VIRTH. — *Les rapports géologiques et minéralogiques des environs de Neumarkt* (*haut Palatinat bavarois*), *in Das mineralbad zu Neumarkt*, par Schrauth; in-8. Nuremberg, 1840.

M.-B. KITTEL. — *Skizze*, etc. Esquisse des rapports géognostiques des environs d'Aschaffenburg, in-4. Aschaffenburg, 1840.

DE VIRTH. — *Géologie des environs de Ratisbonne.* (*Naturhist. Beschreib.*, etc. Description de l'hist. naturelle et topographie de Ratisbonne par une Société.) In-8. 1840.

H. DE MEYER. — *Sur les ossements de mammifères du dépôt d'eau douce de Georgensmund qui se trouvent au musée de la Société historique d'Ansbach.* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 365 et 459. — *Ibid.*, 1843, p. 332.) Ce sont le *Palæotherium aurelianense*, le *Rhinoceros incisivus*, les *Palæomeryx pygmæus* et *Kaupii*.

— *Des dents, des os fossiles et de leur gisement dans la contrée de Georgensmund*; in-4. 1834.

F.-W. WALTHER. — *Topische Geographie von Bayern.* Géographie topique de la Bavière; in-8. Munich, 1844.

DE MUNSTER. — *Sur le* Pecopteris Munsteriana, *qui ne se trouve point dans le lias, comme le pensait M. de Sternberg, mais qui appartient au minerai de fer accompagnant le lignite de Bullenreuth* (*haut Palatinat*). (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 183.)

CH. SCHMITZ. — *Carte minéralogique et pétrographique des Alpes bavaroises, entre l'Isar et la Wertach*, avec un texte explicatif. (*Kurst u. Gewerbsblatt d. polytech. Vereins das Kœnigreich für Bayern*, 1843, cah. 8 et 9, p. 480 et 555.) — *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 164. 1844. — Une carte portant le même titre paraît avoir été publiée en une feuille, à Munich, par Pfeiffer.

F. BRAUN. — Woodwardites Munsterianus *du grès tertiaire avec lignite de Bullenreuth.* (*Flora od. botan. Zeitung de Ratisbonne*, vol. I, p. 33. 1841.)

DE KLIPSTEIN. — *Essai d'une division géographique et géognostique de l'Allemagne occidentale, avec des détails sur*

la géologie des différentes parties. (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 255.)

SCHIMPER. — *Mousses et autres cryptogames des lignites d'Erlangen, le long du canal du Danube au Mein.* (*Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, 10 décembre 1839. — L'*Institut*, 23 avril 1840.)

— — *Puits artésien à Bruck, près d'Erlangen.* (*Arch. f. Chem.* de *Kastner*, vol. VIII, p. 176. 1834.)

Autriche.

Des ossements d'*Halitherium Christoli* (*Metaxytherium*) ont été recueillis par M. Weishaüpl (1) dans les sables supérieurs de la mollasse qui forme un demi-cercle de collines au sud-ouest et à l'ouest de Linz. L'épaisseur de ces couches, dans lesquelles on trouve aussi des débris de poissons, est de 2 à 6 mètres, et au-dessus viennent le gravier quaternaire et le lehm. Ces ossements ont été décrits par M. Fitzinger, et M. Unger (2) a fait connaître les bois fossiles du même dépôt. Le *Squalodon Grateloupii* provenant de la haute Autriche a encore été signalé par M. H. de Meyer (3).

Les environs de Vienne ont été l'objet de beaucoup de travaux intéressants, entre autres ceux de MM. de Razoumowski, Partsch, C. Prévost et Boué. Ce dernier savant surtout, à qui la science moderne est redevable de tant d'observations nouvelles et d'appréciations impartiales et fécondes, a plus que personne contribué à jeter une vive lumière sur la géologie de son pays antérieurement à la période historique dont nous nous occupons (4). En 1843, M. Partsch a publié une bonne carte géognostique du bassin de Vienne et des chaînes qui l'environnent, avec quelques parties de la Styrie, de la Hongrie, de la Moravie et de la Bohême, et il y a joint une courte notice explicative (5).

---

(1) *Sechter Bericht für das Museum Francisco-Carolinum*, p. 61; in-8. Linz, 1842. — *Bull.*, vol. XIV, p. 238. 1843.)

(2) *Neu. Jahrb.*, 1842, p. 745.

(3) *Ibid.*, 1843, p. 704. — Voyez aussi : E. Pranger, *Sur l'*Ennodon Ungeri, *Nouveau genre de saurien fossile des couches tertiaires de Weis, cercle de Marburg Steyermark.* (*Steyermarkischer zeitsschrift.* 1845. — *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 112.)

(4) Voyez pour les environs de Vienne : Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 525. 1835.

(5) In-f°. *Notice* in-4. Vienne, 1843. — De Holger, *Carte géol. de l'archiduché d'Autriche au-dessus de Manharsberg*, avec une *Notice explicative*. Vienne, 1842. — Reichenbach, *Descript. géogn. des environs de Blansko.* (*Neu. Jahrb.* 1836.)

Quelques détails ont été donnés par J. J. Huot (1) sur la disposition et les caractères des couches déjà bien connues de ce bassin, qu'il rapporte, comme ses prédécesseurs, à la formation tertiaire moyenne. La capitale de l'Autriche est bâtie sur des dépôts marins. La colline d'Altmansdorf, située à une lieue de la ville, montre de haut en bas, à partir de l'alluvion qui la recouvre, une argile jaune employée pour la fabrication des briques, une argile micacée, une argile grise exploitée pour les tuileries, un sable jaunâtre, une marne argileuse coquillière avec de nombreux *Cardium* et *Congeria* et des marnes calcaires renfermant aussi des *Cardium*. Sur d'autres points les marnes bleues sont surmontées d'un calcaire lacustre gris, compacte, de 6 mètres d'épaisseur, et renfermant des coquilles terrestres et d'eau douce. A Ebenfurth et Neufeld, des lignites sont subordonnés aux marnes bleues. Près de Baden, le *calcaire de Leytha*, ou *calcaire à coraux*, s'appuie sur les couches jurassiques, et constitue toute la petite chaîne de Leytha, qui s'étend sur une largeur de 6 ou 7 lieues du S.-E. au N.-O., entre la rivière de ce nom et le lac de Neusiedel. Ce même calcaire recouvre d'ailleurs plus loin les marnes bleues et la mollasse coquillière inférieure aux couches lacustres. Un forage exécuté dans l'un des faubourgs de Vienne, et qui en 1841 était arrivé à la profondeur de 188 mètres, n'avait pas encore atteint la base des argiles bleues coquillières dans lesquelles il était entièrement percé. Des coquilles foraminifères ont aussi été trouvées dans toute la hauteur de cette puissante assise (2).

M. A. R. Reuss a fait précéder sa *Description des Polypiers fossiles du bassin tertiaire de Vienne* (3) de la classification des couches de ce bassin, telle qu'elle paraît avoir été adoptée par M. Partsch. Nous la reproduisons ici, d'après l'analyse de l'ouvrage que nous devons à l'obligeance de M. Ch. Martins :

1. Galets plats de grès viennois (*schotter*).
2. Loess avec des lits de ces mêmes galets, et au milieu desquels on trouve fréquemment des débris d'*Elephas primigenius*. Cette assise et la précédente représentent pour nous le terrain quaternaire.

---

(1) *Voyage scientifique en Crimée sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 251.

(2) De Wegmann, *Bull.*, vol. XII, p. 265. 1841.

(3) *Die fossilen Polyparien*, etc. (*Naturwiss. Abhandl.*, etc., vol. II, p. 1, avec 11 pl. Vienne, 1848)

3. Galets plats quartzeux (*schotter*), avec sable quartzeux et ossements de *Mastodon angustidens* et de *Dinotherium giganteum*.
4. Calcaire de Leytha et conglomérat. Ce calcaire, qui renferme encore des dents et des os de *Dinotherium* et de Mastodonte, se rattache par conséquent à l'assise de galets précédente, quoique l'auteur place cette dernière dans ce qu'il nomme *Diluvium*, et le calcaire dans le terrain tertiaire, sur l'horizon des dépôts salifères de Wieliczka.
5. Argiles (*tegel*) alternant avec les bancs inférieurs du calcaire précédent (Steinabrunn, Pfaffstaetten).
6. Sables avec des poissons (Neudorf), et peut-être le sable avec polypiers d'Eisenstadt et de Sievering.
7. Argile (*tegel*) de Baden et de Moellersdorf, près Traiskirchen.
8. Sable avec bancs de marne, de calcaire, de gravier, et caractérisé par les *Cerithium pictum* et *inconstans*, Bast., le *Cardium vindobonense*, Part., et la *Venus gregaria*, id.
9. Argile (*tegel*) de Vienne et de Brunn, d'une épaisseur de 200 mètres, avec des bancs de sable et de gravier. La partie supérieure est caractérisée par le *Melanopsis Martiniana*, Fér., le *Congeria subglobosa*, Part., des débris d'*Acerotherium incisivum*, Kaup.
10. Sables aquifères où aboutissent les forages artésiens, et caractérisés par le *Cerithium pictum*, Bast.

Suivant M. Partsch, la mollasse et les marnes du bassin de l'Autriche supérieure sont plus anciennes que les assises précédentes 9 et 10, et sur la mollasse vient le calcaire du Waschberg près de Stockerau avec *Astræa rudis*, Reu., *Porites leiophylla*, id., *Madrepora raristella*, Def., *M. taurinensis*, Mich., *Meandrina angigyra* et *reticulata*, Reu., d'autres polypiers et des coquilles, entre autres le *Nautilus lingulatus* de Buch. Dans ce calcaire se trouvent des bancs de Nummulites qui ne paraissent exister nulle part ailleurs dans le bassin.

M. Hoernes (1), dans un coup d'œil sur les mammifères fossiles du bassin de Vienne, en a indiqué 20 espèces qui se trouvent dans le musée de Vienne. Mais d'après le seul renseignement que nous connaissions, il n'aurait pas indiqué le gisement de chacune d'elles, et les animaux de l'époque quaternaire ne sont pas séparés de ceux des périodes tertiaires moyenne et supérieure, c'est-à-dire de l'argile de Vienne et des calcaires à polypiers de Leytha.

M. Agassiz (2) avait d'abord signalé des plaques provenant d'un édenté du genre *Dasypus*, trouvées dans le terrain tertiaire de

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 159. 1846.
(2) L'*Institut*, 30 juin 1847. — *Neu Jahrb.*, [illegible] p. 472.

Vienne, mais M. H. de Meyer (1) a revendiqué la priorité de cette découverte : il désigne le fossile sous le nom de *Psephophorus polygonus*. Ce serait d'ailleurs le premier Tatou cité comme ayant vécu dans l'ancien monde, celui qui avait été indiqué en Auvergne s'étant trouvé être un rongeur voisin du Castor. M. Partsch (2), qui avait établi le genre *Congeria* dès 1833, a décrit plus tard quatre espèces très communes dans la formation tertiaire de Vienne et de la Hongrie, ainsi qu'un *Mytilus* qui ne paraît pas différer du *M. polymorphus* encore vivant dans les eaux du Danube et ailleurs. M. de Hauer (3) a donné des listes de 331 espèces de fossiles du même bassin, listes auxquelles M. Bronn a ajouté le résultat de la comparaison qu'il en a faite avec les fossiles d'autres localités appartenant à la même période. On doit aussi au premier de ces naturalistes une liste de 74 foraminifères et de 6 entomostracés provenant des environs de Vienne (4). Un ouvrage important sur le même sujet a été publié ensuite par MM. S. de Hauer et Alc. d'Orbigny (5). Ces foraminifères avaient été recueillis dans l'argile ou *tegel* située à la partie inférieure de la formation et dans les calcaires marneux placés dessus. Ces couches ont été traversées dans le forage dont nous avons parlé, et pendant lequel les échantillons ont été retirés. Le nombre des espèces de coquilles foraminifères décrites et figurées est de 228, tandis que la faune actuelle des Antilles n'en présente que 118 et celle de l'Adriatique 140, deux localités regardées comme les plus riches aujourd'hui pour les animaux de cette classe. Sur les 228 espèces, 33 ou 14 pour 100 se retrouvent dans les marnes sub-apennines, et 27, ou près de 12 pour 100, vivent dans la Méditerranée ou l'Adriatique. D'après la considération seule des mollusques, M. Bronn avait rapporté ces argiles coquillières à la formation tertiaire moyenne et à l'horizon de la mollasse, opinion qui paraît être généralement adop-

---

(1) *Arch. de la Bibl. univ. de Genève*, vol. VII, p. 243. 1848.

(2) *Ann. d. Wien. Mus. naturgesch.*, vol. I, p. 92, pl. XI, XII. 1835. On sait que ces coquilles, qui ne sont en réalité que des *Mytilus*, ont été nommées depuis *Mytilomya*, *Mytilina*, *Tichogonia*, *Enocephalus* et *Drissena*.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1837, p. 408. — *Ibid.* 1838, p. 534. — *Ibid.*. 1839, p. 75. — *Bull.*, vol. IX, p. 77 1838.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1839, p. 428.

(5) *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne*; in-4, 21 pl. Paris, 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*. Nov. 1847, n° 12.

tée aujourd'hui. Les 25 espèces de foraminifères décrites par M. J. Czjzek (1) proviennent presque toutes des marnes argileuses du calcaire de Leytha près de Neundorf, et des parties sablonneuses du *tegel*. Parmi ces espèces nouvelles qui manquaient dans l'ouvrage de MM. Alc. d'Orbigny et de Hauer, l'auteur en a trouvé une pour laquelle il a créé le genre *Sexloculina*.

Le nombre total des espèces de polypiers connues dans le bassin de Vienne (2) est de 207, dont 32 entozoaires et 175 bryozoaires. La plupart viennent des assises 5 et 6 et du calcaire de Leytha (*antè*, p. 883). Il y a en général moins d'entozoaires que dans le terrain tertiaire d'Italie, mais une plus grande quantité de bryozoaires. Les espèces sont plus nombreuses dans ce bassin que dans les couches rapportées à la formation supérieure dans le nord de l'Allemagne, et dont les fossiles ont été décrits par M. Philippi. Sur les 207 espèces précédentes il n'y en a que 30 (3) qui se retrouvent dans d'autres pays. Ainsi 2 du calcaire ancien de Waschelberg et 3 des couches inférieures de Leytha se retrouvent dans le poudingue ophiolithique de Superga; 5 du calcaire de Leytha et de l'argile de Baden appartiennent aux marnes sub-apennines d'Italie, et 3 sont communes aux deux formations; 5 ont leurs analogues dans les faluns de Bordeaux et de Dax, et 10 dans les dépôts du nord de l'Allemagne regardés comme appartenant à la formation supérieure. Ainsi 13 espèces se représentent dans la formation moyenne de l'Italie et de la France, et 17 dans la formation supérieure de l'Italie et du nord de l'Allemagne. Aussi M. Reuss reconnaît-il que les polypiers fossiles du bassin de Vienne ne conduisent pas à placer toutes les assises dans la formation moyenne, mais que probablement les assises supérieures, telles que celles de Leytha, représentent les marnes sub-apennines, et les autres les dépôts de la période moyenne.

Hongrie.

J. J. Huot (4) a dit quelques mots du calcaire lacustre de la rive droite du Danube près d'Almass, des travertins, et des grès gris ou jaunes qui couronnent les calcaires jurassiques magnésiens

(1) *Beitrag zur Kenntniss*, etc. Matériaux pour servir à l'histoire des foraminifères. (*Naturwiss. Abhandl.*, etc., vol. II, p. 137, 2 pl. Vienne, 1848.)

(2) A.-R. Reuss, *loc. cit.*

(3) P. 7, lig. 4 et 38, il y a 37 au lieu de [illegible] de 13 et 17, comme des chiffres 5, 7, 3, 5 et 10 [illegible] que c'est par erreur que le chiffre 37 a été indiqu[illegible]

(4) *Voyage scientifique en Crimée sous la direc*[illegible] *doff*, vol. II, p. 264.

de Gran. Le calcaire marin de Pesth avec des sables et des calcaires argileux représente la mollasse des environs de Vienne. La carte géognostique des États autrichiens par M. Haidinger (1) et la réduction de M. J. Scheda (2) indiquent, à l'ouest d'Ofen (Bude), deux lambeaux considérables de calcaire de Leytha, de même qu'au nord-ouest de Waitzen, et entourant le massif cristallin au sud de Peterwardein. M. C. A. Zipser (3) a signalé des troncs de bois silicifiés et des empreintes de feuilles d'arbres dans les couches tertiaires de Loschons (comitat de Neograd), puis des bois de Cerf (*C. priscus*) sur les bords de la Theiss, et une substance analogue à la graisse, dans la caverne ossifère de Harmenetz (4); mais ces dernières découvertes paraissent se rapporter à des dépôts de l'époque quaternaire. Enfin, la plaine du Bannat, dit M. Boué (5), est essentiellement tertiaire, et sa surface recouverte d'alluvions (6).

D'après M. de Morlot (7), les formations tertiaires moyenne et supérieure paraissent manquer dans l'Istrie, mais on en trouve des lambeaux dans les pays environnants. Dans la Carinthie, aux environs de Laak et de Laybach sont des calcaires, des mollasses, des conglomérats, des couches lacustres avec des empreintes de feuilles. Dans la vallée qui s'étend de Novi à Fiume, M. Veszely a rencontré près de Bribir des argiles sableuses avec du lignite et des débris de *Mastodon angustidens*, de *Tapirus priscus* et de *Cervus*. D'après M. Partsch (8), il y a, près de Dernis en Dalmatie, des

(1) *Geognostische Karte der Oesterreichischen Monarchie*, 4 f. Vienne, 1846. — *Bericht*, etc. Explication de cette carte; in-8. Vienne, 1847.

(2) Vienne, 1847.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 347.

(4) *Ibid.*, 1840, p. 457.

(5) *Bull.*, vol. VIII, p. 136. 1837.

(6) Voyez aussi : Boué, *Coup d'œil d'ensemble sur les Carpathes, le Marmarosh, la Transylvanie et certaines parties de la Hongrie*, rédigé sur les notes de Lill de Lilienbach. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 215, 1834, avec cartes et coupes. Un résumé en a été donné *Bull.*, vol. IV, p. 72 et suiv. 1833. — Ehrenberg, *Sur les masses que forment les infusoires siliceux actuellement vivants, et sur un nouveau conglomérat de tripoli trouvé à Jastraba, en Hongrie*. (*Ann. des sc. nat.*, vol. VIII, p. 374.)

(7) *Ueber die geologischen Verhaltnisse von Istrien*. Des rapports géologiques de l'Istrie. (*Naturwiss. Abhandl.*, etc., vol. II, p. 257, avec carte et coupes. Vienne, 1848.)

(8) *Bericht über die Mittheil. v. Freuden d. naturwiss.*, etc.,

dépôts de lignites de 50 mètres de puissance, accompagnés de schistes et de calcaires lacustres. M. de Morlot décrit ensuite avec beaucoup de développement, sous la dénomination de *Formation tertiaire inférieure* ou *éocène*, le calcaire nummulitique, dont nous remettons à parler ultérieurement, et sur la classification duquel l'auteur se prononce suffisamment lorsqu'il dit en terminant, qu'à moins de renoncer aux caractères paléontologiques, il est impossible de réunir ce groupe à la formation crétacée.

Styrie, Illyrie, Croatie, etc.

Le terrain tertiaire occupe la plus grande partie de la Styrie, où il se prolonge depuis les plaines de la Hongrie pour venir se terminer contre les pentes des montagnes de schistes cristallins ou intermédiaires (1). Il est composé de mollasse et de calcaires coquilliers, avec des argiles marneuses renfermant des lignites : ces dernières assises, recouvertes de sables, de marnes et de calcaires très coquilliers, se montrent particulièrement à l'est de la Mur et dans la Styrie méridionale. La mollasse et les grès avec lignite s'étendent au pied des montagnes anciennes, à l'ouest de la même rivière. M. Boué décrit ensuite les bassins du Murz et de la Mur, composés de mollasse argileuse, de marne et de lignite, puis les dépressions du centre de la Carinthie, où les fossiles nombreux rappellent plutôt ceux de la formation inférieure que ceux des suivantes, qui abondent au contraire dans la Styrie et l'Autriche. Le bassin isolé du Lavant se trouve à l'est du grand bassin central de la Carinthie. Dans la Styrie méridionale et la Croatie, les montagnes anciennes du Matzelgebirge sont bordées de mollasse avec du lignite et de calcaires coquilliers à coraux, probablement parallèles au calcaire de Leytha. Ces mollasses paraissent se lier à des conglomérats trachytiques. Enfin

---

n° 11, p. 61. — *Naturhist. Notizen aus Dalmatien.* (*Isis*, 1843, p. 663. — *Ibid.*, 1844, p. 327.)

(1) Boué. *Constitution géologique des provinces illyriennes.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 81. 1835.) — *Id.*, *Journ. de géol.*, vol. III. — Voyez aussi : Anker, *Journ. de géol.*, vol. II. — *Id.*, *Carte de la Styrie*, et une autre par l'archiduc [illegible] — Daubeney, *Description des volcans en activité et éteints* [illegible] — Sedgwick et Murchison, *Proceed. geol. Soc.* [illegible] 1829. — *Id.*, *ibid.* Mars 1830. — *Transact.*, *id.*, [illegible] — *Phil. Magaz.*, vol. VIII. 1830. — De la Bèche, [illegible] trad. française, p. 278. — Breuner, *Carte géologique* [illegible] *l'Esclavonie, de la Croatie et de la Styrie.* 1842 ? — [illegible] *Analyse du lignite de la vallée de Kainah* (cercle de [illegible] *de la Styrie*, 2e année, 2e cah. 1846 ?)

un dernier bassin tertiaire existe encore dans la partie supérieure de la vallée de la Save.

De Munster (1) a mentionné les fossiles des dépôts de lignite de Having (Tyrol); et en 1836 M. Partsch (2) a donné une description géologique des environs de Gleichenberg (Styrie), où il signale des coquilles tertiaires (*Cerithium pictum*, Bast.), des fragments de granite, de gneiss, d'éclogite, etc., enveloppés dans les tufs basaltiques. M. Unger s'est occupé de la même localité dans ses *Observations géologiques* sur la Styrie méridionale et la Croatie (3). Lors de la réunion des naturalistes d'Allemagne à Grætz en 1843, les environs des bains de Gleichenberg furent aussi étudiés. Tout le pays, dit M. Boué (4), est occupé par les dépôts tertiaires composés de mollasse argileuse au-dessus de laquelle viennent du sable et des calcaires avec des *Cardium*, des Cérites, et des foraminifères. Au milieu de ces dépôts, et pendant leur formation, sont sortis les trachytes, les basaltes et les conglomérats qui les accompagnent.

Le terrain tertiaire de Grætz comprend, comme celui des environs de Vienne, le *tegel* ou argile, les calcaires avec *Cerithium pictum*, *Cardium transversum*, *C. plicatum*, *C. vindobonense*, Part., *Modiola cymbæformis*, puis le calcaire de Leytha ou calcaire à polypiers. Les lignites de Virtsberg, de Lunkowitz, d'Eibiswald sont célèbres par les ossements de Mastodonte, d'*Anthracotherium*, de *Trionyx* et d'autres animaux qu'on y a trouvés. Des lignites plus récents renferment des bois de conifères (*Pinus acerosa*) et de dicotylédones. C'est à ce niveau que M. Unger (5) rapporte les conglomérats liés aux trachytes de Gleichenberg, dont nous venons de parler, et qui renferment de nombreux bois fossiles. Le

(1) *Neu. Jahrb.*, 1838, p. 53. — Voyez aussi : T. Curioni, *Cenni sulla lignite di Brentonico*, etc. (*Politecnico*, fasc. 3. 1839.)

(2) *Beschreibung der Quellen*, etc. Description des sources de Gleichenberg, par L. Langer, p. 52. Grætz, 1836. — Voyez, pour les végétaux fossiles de cette localité : Unger, *Chloris protogæa*, etc.; in-4. 1847.

(3) *Reize Notizen im J.* 1839. (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 726.) — *Carte géologique des environs de Grætz.* (*Descript. topogr.*, *stat. et naturelle de Grætz*, par Schreiner; in-8. 1843.)

(4) *Bull.*, 2e sér., vol I, p. 16. 1843.

(5) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 156. 1844. — *L'Écho*, 28 mars 1844. — Voyez aussi : J. Anker, *Kurze Darstellung*, etc. Court exposé des rapports géologiques et minéralogiques de la Styrie; in-8. Grætz, 1835.

calcaire de Leytha, qui constitue la butte de Wildon, élevée de 542 mètres au-dessus de la mer, a présenté l'*Astræa geminata*, des Huîtres, des Peignes, des Pectoncles, des échinodermes, des dents de *Carcharias sulcidens* et de *Lamna elegans*. Les coquilles foraminifères y sont extrêmement répandues, et l'une des plus abondantes est la *Globigerina bulloides*, qui vit encore dans la Méditerranée. A un mille au nord de Grætz, les roches anciennes sont recouvertes par un calcaire lacustre avec *Planorbis rotundatus*, Al. Brong., *P. lens*, id., *Lymnæa ventricosa*, id., *L. strigosa*, id., *Helix Ramondi*, id., et *Moroguesi*, id., et des empreintes de *Culmites anomalus*, de *Typhælorpum lacustre*, etc.

Dans un ouvrage que nous avons déjà cité, M. Unger (1) a successivement décrit les environs de Rohitsch, d'Agram, de Radeboj, de Radkersberg, et d'autres localités de la Croatie, mais il s'était auparavant occupé des plantes et des insectes fossiles des schistes argileux tertiaires de Radeboj, dans le cercle de Warasdin (2). Les plantes appartiennent à des algues, équisétacées, graminées, naïades, typhacées, palmiers, conifères, myricées, figuiers, peupliers, laurinées, rubiacées, apocynées, asclépiadées, ombellifères, acérinées, mélastomées, bombacées et papilionacées. Les insectes sont des diptères, hyménoptères, névroptères, orthoptères et hémiptères, puis des arachnides qui paraissent avoir vécu sous une température élevée. M. Toussaint de Charpentier (3) a fait aussi connaître plusieurs insectes de la même localité, tels que l'*Œdipoda melanosticta*, *Myrmeleon brevipenne*, *M. reticulatum*, *Libellula platyptera*, *Sphinx atavus*, *Hilotoma? cinerea* et *Termes pristinus*. Le soufre, déjà signalé dans le même pays, a été observé de nouveau par MM. Bernath et Meurer (4).

(1) *Neu. Jahrb.*, 1840, p. 726. — Voyez, pour les végétaux fossiles : *Chloris protogæa*, etc.; in-4, avec 50 pl. Leipsick, 1847.

(2) *Reise Notizen*, 1838, p. 26.—*Verh. der K. Leop. Carol. Akad. d. Naturf.*, vol. XIX, p. 413, pl. 70-72. 1841. — Le prétendu crâne de Dragon conservé à Klagenfurt, et découvert il y a près de trois cents ans, a appartenu au *Rhinoceros tichorhinus*. (*Steyermark Zeitsch.*, 2e sér., vol. VI.) — Voyez aussi : *Sur la flore fossile de Parschlug dans la vallée de Wurz.* (*Steyerm. Zeitsch.* — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 505.)

(3) *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 332. — *Verh. d. K. Leop. Carol. Akad. d. Naturf.*, vol. XX, p. 299. 1843. — Freyer, *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 15. 1843.

(4) *Bergwerks Freund*, vol. VIII, p. 209.



Le massif montagneux qui sépare la Drave de la Save est dirigé du N.-O. au S.-E., et constitue le rameau des Alpes Juliennes de l'Esclavonie, ou le *Warasdiner-Gebirge*. Cette direction est exactement celle des Alpes Juliennes et Dinariques, des côtes de l'Adriatique, et de la chaîne centrale des Apennins. Du Warasdiner Gebirge descendent, presque sur tous les côtés, de nombreux cours d'eau qui viennent se réunir aux deux rivières précédentes. La plus grande partie de ce massif est formée de couches tertiaires de la période moyenne, surmontées par des dépôts qui, représentant le calcaire de Leytha, paraissent occuper, dans le vaste bassin que parcourent le Danube et ses affluents, la place des marnes subapennines ou formation supérieure. Sur la rive droite de la Save, le versant septentrional des Alpes Dinariques est encore en partie recouvert par une bande de calcaire de Leytha qui s'étend de Karlstadt jusqu'à la vallée du Verbas, reposant d'un côté sur les argiles, les marnes, les sables et les grès de la formation moyenne, et s'appuyant de l'autre contre des roches jurassiques. Le massif complétement isolé de Peterwardein sur le Danube, allongé de l'E. à l'O., paraît être un lambeau témoignant de l'ancienne liaison des Alpes Juliennes avec les basses régions du Banat, et peut-être n'était-ce qu'un îlot de roches cristallines autour duquel se seraient déposés les sédiments tertiaires moyens et supérieurs de cette mer presque fermée à l'O., et dont la communication à l'E., avec le bassin de la Valachie et de la mer Noire actuelle, est plus que douteuse.

Bosnie et Servie.

Les bassins de la Sanna et de l'Ounna en Croatie, de la Save en Bosnie, de la Kouloubara en Servie et celui de la Grande Morava n'étaient, suivant M. Boué (1), que des dépendances du golfe de la mer tertiaire qui couvrait la partie basse de la Hongrie, la plaine de Vienne, ainsi que toutes les portions peu élevées de la Styrie, de la Carinthie et de la Carniole, ou les bassins de la Mur, de la Drave et de la Save supérieure. Aussi y trouve-t-on les mêmes roches, c'est-à-dire à la base, des argiles plus ou moins calcarifères et des mollasses, puis au-dessus, des alternances de grès, de sables et de calcaires coquilliers avec des polypiers. Le bassin de la Grande Morava est principalement rempli d'argiles marneuses, grises ou jaunâtres, et de mollasses fines, recouvertes de lehm. Quelquefois les sables sont agglutinés sous forme de grès coquillier et alternent avec des

(1) *La Turquie d'Europe*, vol. I, p. 284. 1840. — Voyez aussi : Boué, *Mém. géol. et paléont.*, vol. I.

argiles schisteuses et des calcaires également coquilliers. Les marnes argileuses offrent, comme en Hongrie, un mélange de coquilles marines et lacustres (environs de Kragoujevatz). Près de Semendria, sur les bords du Danube, on trouve le *Cardium plicatum*, le *Congeria rostriformis*, Part., des Planorbes, etc. Des sables et des calcaires sableux, avec *Cerithium pictum*, Bast., *Cardium simulans*, *Venus gregarea*, Part., des Ovules et des coquilles foraminées, se voient au nord de Kragoujevatz, sur les pentes de la vallée de Rabotschevo et de Raila. A Rakowitza, près de Belgrade, les grès calcaires grossiers, les poudingues, les sables jaunes et l'argile marneuse alternent entre eux. A Belgrade même, les calcaires sont remplis de fossiles. Les bassins supérieurs des deux Morava et de la Nischava présentent sur leurs flancs des dépôts tertiaires, et leur fond est occupé par des alluvions.

M. A. Viquesnel (1), qui a joint à son mémoire une excellente carte géologique de cette partie de la Servie, partage l'opinion de son savant collègue et compagnon de voyage. Ainsi, la formation tertiaire inférieure n'existerait pas dans ces provinces turques, et la formation moyenne se serait déposée dans les vallées des principaux affluents du Danube, sans pénétrer à une grande distance dans l'intérieur de la Servie. Les fossiles qu'on y trouve sont ceux des environs de Vienne. Ces dépôts marins constituent des terrasses au pied des montagnes secondaires qui accompagnent le cours de de la Save, du Kouloubra, du Danube, etc. La formation supérieure, essentiellement lacustre, occupe la partie haute des vallées qui débouchent dans celle du Danube. Elle forme des bassins isolés ou communiquant par d'anciens canaux : telles sont entre autres les couches qui reposent sur les calcaires à Hippurites des environs de Novibazar. Elles occupent des sommets en plate-forme à 960 mètres de hauteur absolue, près de Glougovik, à 812 et 844 mètres près de Dougopole. Ce sont des calcaires très siliceux ou des variétés de meulière avec des empreintes de plantes. On y trouve associés des conglomérats trachytiques micacés, et souvent elles reposent sur des roches terreuses argilo-calcarifères. La disposition isolée de ces dépôts et leur grande élévation font penser à

(1) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, 1re partie. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 38 à 78, avec carte. 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I. 1842.)

MM. Boué et Viquesnel qu'ils peuvent résulter de sources gazeuses et silicifères venues à la suite des éruptions trachytiques qui, dans le voisinage, se sont fait jour à travers les roches secondaires (1).

---

(1) *Bull.*, vol. XI, p. 105. 1840.

CHAPITRE XI.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'EUROPE ORIENTALE.

§ 1. Grèce et îles voisines.

Morée.

Boblaye et M. T. Virlet (1) ont distingué dans la Morée deux formations tertiaires. La plus ancienne, limitée au nord de la presqu'île, se compose de nombreuses alternances de poudingues polygéniques, de sables et d'argiles calcarifères, reposant transgressivement sur les couches redressées de la craie dont ils renferment de nombreux fragments, et atteignant jusqu'à 1,800 mètres d'altitude. La seconde formation, qui est de l'âge des marnes sub-apennines, dessine au contraire à la base des montagnes une ceinture horizontale qui dépasse rarement 300 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer.

Les poudingues de la première formation, qui occupent le nord de la Morée, peuvent être comparés au nagelfluh de la Suisse. Ils ne diffèrent de ceux du grès vert de la Messénie que par la nature de leur ciment, qui est calcaire au lieu d'être siliceux. Les galets qui les composent sont absolument les mêmes : ce sont des calcaires compactes, noirs, bleus, jaunes, gris de fumée, lie de vin ou blancs, des jaspes, des silex et des grès des divers étages crétacés.

Dans l'île de Spezzia, ces conglomérats alternent, un grand nombre de fois et sur une hauteur totale de 300 mètres, avec des calcaires sablonneux, tendres, marneux, friables, et avec des argiles marneuses rougeâtres, brunes et à pâte très fine. Ces couches occupent toute la presqu'île de Kranidi et se prolongent au N.-O. jusqu'à la plaine d'Argos, où elles constituent des collines adossées aux montagnes de Mycènes. Elles règnent exclusivement sur les pentes septentrionales des montagnes qui bordent le golfe de Corinthe, telles

---

(1) *Géologie et minéralogie de l*[illegible] *de Morée*, p. 212, in-4, avec atlas in-fol. de [illegible] fossiles. Paris, 1833.

que celles qui entourent les plaines de Némée et de Saint-Georges ou de Phlionthe. Les montagnes de Ziria, flanquées au N. et au S. par des bancs de poudingues qui atteignent 1,500 mètres d'altitude, forment d'un côté le Mavronoros et les hauts plateaux dominant la côte d'Ægire, et de l'autre la chaîne du Gavrias et du Vézitza qui sépare les plaines de Stymphale et de Phlionte. Dans cette dernière chaîne, les couches se relèvent vers le N.-N.-O., et leur direction est parallèle à la ligne des faîtes, ou au système de soulèvement de l'Érymanthe, dont l'époque est ainsi fixée entre la formation des poudingues et celle des marnes sub-apennines.

Depuis Mavronoros jusqu'à Voida, tout le versant nord de la chaîne achaïque appartient à ces mêmes couches, à travers lesquelles percent çà et là les calcaires secondaires, et où les débris organiques manquent complétement. Aussi est-ce seulement par des considérations stratigraphiques qu'elles ont pu être rapportées à la formation tertiaire moyenne. Placées sur le revers septentrional de la chaîne achaïque qui se trouve sur le prolongement des Pyrénées, elles ont été affectées par des mouvements qui se rapprochent de la ligne E., O., et par le système de soulèvement de l'Érymanthe, dirigé N. 60° E. Le soulèvement des montagnes de l'Achaïe, qui a incliné toute cette formation au S., aurait été accompagné d'un mouvement de bascule abaissant sous les eaux tout le midi de la Morée. Il serait sans doute difficile d'assigner la forme du Péloponèse pendant cette période tertiaire; mais dans la suivante, les principaux traits de son relief actuel étaient déjà dessinés, et il devait exister des bassins fermés recevant les dépôts continentaux contemporains de ceux qui, sur son pourtour, s'accumulaient sous la mer.

Les caractères de la formation tertiaire supérieure (p. 218) sont ceux de roches formées au pied de rivages élevés, d'où résultèrent une extrême variabilité dans la structure et des changements complets à de petites distances. Ce n'est qu'en s'éloignant de la base des hautes montagnes que l'on commence à trouver des caractères à peu près uniformes. A la partie inférieure sont des marnes bleues, souvent accompagnées de lignites; au-dessus, des sables jaunes et calcarifères, ou verdâtres et micacés, renferment les fossiles caractéristiques de la formation, et particulièrement trois bancs d'Huîtres que l'on retrouve partout; puis, vers le haut, viennent des calcaires à grain fin, presque sans fossiles et fournissant dans toute la Grèce une pierre de taille excellente, désignée encore aujourd'hui, comme dans l'antiquité, sous le nom de *pierre poros*. Cette série appartient

aux dépôts formés à quelque distance des côtes élevées, tandis qu'au pied de ces dernières, les marnes sont à peu près remplacées par des agglomérats détritiques, et les calcaires de la partie supérieure par des sables et des poudingues.

Les fossiles sont distribués d'une manière très inégale dans la hauteur de cette formation. Les marnes bleues en sont presque aussi dépourvues à leur base que les dépôts détritiques. Le plus grand nombre se trouve à la partie supérieure de ces marnes et à leur jonction avec les sables qui les recouvrent. Ainsi, à Coron et aux environs, on trouve dans les marnes bleues moyennes l'*Ostrea navicularis*, Brocc., le *Pecten flabelliformis*, Desh., le *P. squamulosus*, id., le *Spondylus quinquecostatus*, id.; et dans les sables jaunes les *Terebratula vitrea*, Lam., et *ampulla*, Brocc., qu'elles caractérisent. A Andreoussa, dans la vallée de la Messénie, les sables renferment la *Turritella plicatella*, Desh., le *Cardium edule*, Linn., l'*Arca Noæ*, id. et le *Pectunculus Glycimeris*, Lam. Le gisement coquillier de Modon, que MM. Boblaye et Virlet nomment le Grignon de la Morée, est caractérisé surtout par la *Pinna nobilis*, Lam., *Pecten flabelliformis*, Desh., *P. Jacobæus*, Lam., *Spondylus gædropus*, Linn., *S. quinquecostatus*, Desh, *Panopæa Faujasii*, Men., *Ostrea Boblayei*, Desh., etc. Le calcaire supérieur ou *marbre poros* est souvent d'un grain très fin, très homogène et sans fossiles. S'il en présente quelques uns, comme à Modon et à Navarin, ils sont roulés et semblent provenir des assises inférieures.

Quant à la disposition générale et à l'étendue de cette formation, on peut reconnaître qu'une courbe horizontale, tracée entre 300 et 400 mètres d'altitude, dessinerait à peu près les contours de la Morée ou le rivage de l'ancienne mer au moment où elle se déposait. Au N., resserrée entre le golfe de Corinthe et le grand escarpement des montagnes de l'Achaïe, elle ne constitue qu'une bande étroite et souvent interrompue, appuyée contre les couches redressées des poudingues tertiaires plus anciens. Elle forme entièrement les isthmes de Corinthe et de Mégare, où elle acquiert une grande puissance. Elle existe dans tout le golfe de l'Attique, en lambeaux élevés et constituant la surface plane des îles Plaïa, Éléousa, la partie nord d'Égine et la côte orientale de la presqu'île de Méthana. Dans l'Argolide, depuis Méthana jusqu'à Nauplie, on ne rencontre que l'assise supérieure, et il en est de même sur toute la côte occidentale du golfe argolique où la formation, qui manque



tout à fait au pied des falaises escarpées, ne se montre en nappes un peu étendues qu'à l'entrée des vallées.

Sur les côtes du golfe de Laconie, elle occupe une bande d'autant plus large que le rivage ancien a moins d'élévation. Dans la vallée même de la Laconie, déjà excavée lors de l'accumulation de ces dépôts, on les voit s'étendre presque jusqu'aux sources de l'Eurotas et s'élever par places jusqu'à 500 mètres, par suite de dislocations récentes. Dans la Messénie ils ont recouvert le plateau qui sépare Navarin de Coron, et comblé la vallée du Pamisus. Ils forment ensuite, sur tout le revers occidental de la chaîne du Taygète, une lisière qui atteint 500 mètres d'altitude à Androuvista, et, sur la côte de la Messénie, une bande resserrée d'abord par les montagnes de la Triphylie, mais qui se développe après sur une grande surface, dans toute la basse Élide et dans la Pisatide, au pied des escarpements de poudingues du plateau de Lala. La vallée que parcourt aujourd'hui l'Alphée existait alors, et les dépôts tertiaires, en s'y accumulant, donnèrent naissance aux collines des environs d'Olympie et des deux rives du fleuve jusqu'au delà d'Agni (l'ancienne Héræa). La région étendue qu'ils recouvrent dans la basse Élide et dans la Messénie est sillonnée par une multitude de ravins et de vallées profondes. Plus au N., ils occupent une partie de l'ancienne Achaïe jusqu'à Patras et Vostitza, et sur la côte septentrionale ils ne se présentent plus qu'en lambeaux isolés à l'ouverture de quelques vallées.

« L'émersion de la formation sub-apennine, disent MM. Boblaye » et Virlet (p. 229), paraît être en Grèce, comme dans tout le » bassin méditerranéen, le résultat d'un soulèvement vertical plutôt » que celui d'un ou de plusieurs systèmes de rides ou de fractures. » Lorsqu'on rencontre des dislocations prononcées, comme dans la » Laconie, elles sont dirigées à peu près suivant la ligne N., S., sans » que les couches soient inclinées, et elles annoncent par conséquent » de grandes failles plutôt que des rides. Le soulèvement de la chaîne » principale des Alpes d'un côté, et de l'autre celui d'une partie de » l'Atlas, paraissent n'avoir produit d'autre effet, dans le bassin de » la Méditerranée, que d'en élever le fond en forme de berceau. »

L'examen des coquilles, au nombre de près de 200 espèces, recueillies en Morée et qui ont été déterminées avec soin par M. Deshayes, suffit pour constater leur grande analogie et la contemporanéité des dépôts qui les renferment avec ceux que nous avons vus en Italie servir de type à la formation tertiaire supérieure.

M. Portlock (1) pense que l'on trouve dans l'île de Corfou les diverses couches tertiaires que nous indiquerons tout à l'heure dans celle de Zante, et qu'elles appartiennent à plusieurs périodes, depuis le terrain quaternaire jusqu'à la formation tertiaire moyenne, et peut-être même jusqu'à l'inférieure.

Ile de Corfou.

La plus grande portion de l'île de Céphalonie, que MM. W.-J. Hamilton et H.-E. Strickland (2) ont parcourue, est composée de calcaire blanc, dur, plus ou moins cristallin (*scaglia* ou calcaire des Apennins), qui est la roche principale des îles Ioniennes. Les fossiles y sont très rares, excepté aux environs d'Argostoli. Les couches secondaires inclinent régulièrement de 25° au N.-E., comme celles de la chaîne de San-Salvador dans l'île de Corfou, et leur puissance est de plusieurs milliers de pieds.

Ile de Céphalonie.

Les dépôts tertiaires occupent une partie considérable de la presqu'île de Lixouri, sur la côte occidentale du golfe d'Argostoli. Ils forment une série de monticules alignés et s'étendant à deux ou trois milles au nord et au sud du village, parallèlement à la direction des roches secondaires, direction qui est celle de toutes les îles Ioniennes, comme de la chaîne des Apennins et des montagnes de la Dalmatie. Les couches tertiaires plongent au N.-E. sous un angle de 45° à 55°, et présentent à l'O. une succession d'escarpements rapides. Leur stratification est régulière, et leur plus grande épaisseur d'environ 100 mètres. Elles sont remarquables par la multitude de fossiles qu'on y trouve, leur variété et leur bel état de conservation. Beaucoup d'espèces sont identiques avec celles des marnes subapennines, et d'autres ont encore leurs analogues dans la Méditerranée, ce qui permet de les regarder comme appartenant à la formation supérieure. Sur 90 espèces, 84 ont été déterminées et rapportées à des espèces connues.

La base des escarpements est composée de calcaires blancs, à grain fin, ressemblant aux roches de Malte et probablement aussi du même âge ou de la période moyenne. On remarque au-dessus seize assises distinctes, réunies dans trois étages principaux : le pre-

(1) *Some Remarks*, etc. Quelques remarques sur le calcaire blanc de Corfou et de Vido. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 355. 1844.)

(2) *On a tertiary deposit near Lixouri*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 545. 1837. — *Quart. Journ.*, id., vol. IV, p. 106. Fév. 1847. — *Bull.*, vol. IX, p. 97. 1837.)



mier, ou le plus élevé, est calcaréo-arénacé, le second argileux et le troisième gypseux ; disposition qui se retrouve également dans l'île de Zante.

MM. Hamilton et Strickland, appliquant ensuite à ces dépôts des considérations zoologiques semblables à celles que nous avons vues exposées par MM. Ed. Forbes et Loeven (*antè*, vol. I, p. 397), s'attachent à faire voir que les bancs marneux et gypseux, qui ne renferment que peu ou point de fossiles, représentent la partie inférieure de la *huitième région*, celle qui approche du *zéro* de la vie animale ; et ils en concluent que la période tertiaire supérieure a été un temps de calme. La mer devenant ensuite de moins en moins profonde par le remplissage de son bassin, la faune dut éprouver des modifications correspondantes ; d'un autre côté, la discordance de la formation moyenne sous-jacente indique un soulèvement antérieur, de même que la forte inclinaison de toute la série supérieure prouve une dislocation considérable à une époque géologique très récente.

Ile de Zante.

La plus grande partie de l'île de Zante est occupée par des sédiments tertiaires qui reposent sur le flanc oriental du calcaire des Apennins, se prolongent jusqu'à la côte et forment aussi plusieurs collines isolées au milieu de la plaine alluviale du centre de l'île. Ils ont éprouvé les mêmes dislocations que le calcaire secondaire et plongent comme lui vers l'E (1). L'assise supérieure est la contre-partie des bancs que l'on vient d'indiquer à Lixouri, et représente aussi la formation sub-apennine. Elle est particulièrement développée au dessus de la ville de Zante et dans les falaises qui s'étendent vers la côte orientale. Les bancs supérieurs près du phare constituent une pierre calcaréo-arénacée, poreuse, d'un jaune pâle, facile à exploiter et renfermant peu de fossiles. Au-dessous vient une assise puissante d'argile et de marne formant la colline qui porte la citadelle de Zante. On y trouve le *Pectunculus auritus*, Brocc., le *Buccinum semistriatum*, id., la *Natica glaucina*, Lam., etc., plus abondants encore qu'à Lixouri. Les bancs de gypses, qui dans cette dernière localité succèdent aux argiles, ne s'observent que sur la côte méridionale de Zante. Ce sont des marnes gypseuses et des gypses quelquefois à grain fin et saccharoïdes, d'autres fois sous la

---

(1) H. E. Strickland, *On the Geology*, etc. Sur la géologie de l'île de Zante. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 405 et pl. 33. 1840. — *Bull.*, vol. IX, p. 247. 1838.)

forme d'un agrégat de cristaux semblable à celui de Céphalonie. Les strates en sont brisés, et les calcaires jaunes qui les recouvrent sont remplis de coquilles de la période sub-apennine. Vers la base de la série, au contraire, on remarque un lit où abondent les Hyales et les Créseis.

Ile de Cérigo.

Les roches tertiaires de Cérigo sont des marnes bleues avec de nombreux fossiles marins. Leur épaisseur varie de 0m,50 à plusieurs mètres. On les observe particulièrement au nord de l'île, dans la vallée que parcourt le Potamos. Au-dessus vient un sable ou grès tendre, brun ou jaunâtre, rempli de coquilles marines, puis un calcaire passant au grès vers le bas et à la marne vers le haut. Le centre est jaunâtre et plus ou moins compacte. La puissance de cette assise varie de 17 à 66 mètres. Sa base est caractérisée par des Huîtres et des polypiers, sa partie moyenne par de grands Pectoncles et des Peignes, et sa partie supérieure par des Térébratules. D'autres fossiles sont en outre très répandus à divers niveaux. Sur tous ces strates s'étend, dans les îles de Cérigo et de Cérigotto, un conglomérat composé de fragments roulés, de calcaire, de quartz, de feldspath et de serpentine, enveloppés dans un pâte marneuse. Il passe quelquefois à un grès et renferme aussi des Pectoncles. Des cavernes assez spacieuses y sont ouvertes, et il est recouvert par un dépôt de gravier provenant de diverses roches. Les couches tertiaires paraissent reposer directement sur les roches de transition ou sur des schistes cristallins, M. R. Jameson (1) n'ayant pas reconnu de terrain secondaire dans cette île.

Ile de Milo.

La formation sub-apennine constitue une partie de l'île de Milo, dit M. Virlet (2), mais elle n'atteint pas plus de 250 mètres d'altitude. Loin d'offrir une enceinte circulaire à bords escarpés, les couches se relèvent en pente douce de la rade vers l'extérieur, comme si l'île avait été soulevée suivant sa circonférence, disposition contraire à l'idée d'un cratère de soulèvement tel qu'on l'avait supposé. Aussi l'auteur insiste-t-il fortement sur l'absence de tout phénomène de ce genre. Milo, ajoute-t-il, n'est pas formé par un soulèvement central circulaire, mais résulte de plusieurs dislocations, en partie plus récentes que celles auxquelles est dû le relief de la

(1) *On the island of Cerigo*, etc. Sur l'île de Cérigo et ses environs. (*Edinb. new philos. Journ.*, vol. XXI, p. 263. 1836.)

(2) *Géologie et minéralogie de l'expédition scientifique de Morée*, p. 289; in-4. 1833.

plupart des autres îles de l'Archipel. Les couches tertiaires qui occupent la partie supérieure des collines situées entre la plaine de l'ancienne Milo et la montagne de Kastron sont formées de calcaire poros jaunâtre, tufacé, rarement compacte, avec de nombreux fossiles (*Arca minuta*, Desh., *A. pectinata*, Brocc., *Anomia ephippium*, Linn., *Ostrea edulis*, id., *O. Virleti*, Desh., *Terebratula vitrea*, Lam., *Pecten Jacobœus*, id., *P. flabelliformis*, Desh., *P. squamulosus*, id., *P. soleare*). Dans la portion sud-est de l'île, ces couches ont été profondément altérées et modifiées par l'action des gaz et des feux souterrains. Au-dessus des calcaires poros viennent des conglomérats trachytiques de nature très variable, suivant les localités. Les roches tertiaires se montrent aussi sur la côte méridionale de l'île de Cimolis ou Argentière, surtout dans la partie la plus rapprochée de Milo, et elles renferment les mêmes espèces fossiles que les précédentes.

Contrairement à l'opinion de M. Virlet, M. Sauvage (1) pense que les couches tertiaires, au lieu d'avoir été déposées autour d'îlots trachytiques préexistants, sont antérieures à l'apparition des roches éruptives qui les ont soulevées. Milo aurait alors la même origine que l'île d'Ischia dans la baie de Naples, et ses trachytes seraient contemporains de ceux des champs Phlégréens. Il y aurait aussi des traces évidentes de cratère de soulèvement, et sur plusieurs points les couches récentes se relèvent sensiblement vers un centre commun (2). L'auteur divise le terrain tertiaire de l'île en deux étages: l'un inférieur, composé de tufs et de conglomérats ponceux à divers états; l'autre, de couches grenues, jaunâtres, avec quelques bancs calcaires. Celui-ci forme au-dessus du premier des escarpements assez abruptes. L'étage inférieur est blanc ou gris; le supérieur affecte des teintes plus foncées de jaune ou de brun. Le tuf ponceux alterne avec des marnes et des argiles. Il présente diverses variétés trachytiques, ponceuses et friables, avec des nodules calcaires à couches concentriques, arénacées ou grésiformes, ou bien ayant l'aspect de la craie et renfermant des fragments de coquilles, ou enfin schisteuses et micacées. Ces diverses couches, traversées par des veines de calcédoine concrétionnée, sont régulières, occu-

(1) *Description de l'île de Milo* (*Ann. des Mines*, 4e sér., vol. X, p. 69. 1846).

(2) Voyez aussi : Russegger (*Neu. Jahrb.* 1840). — Fielder, *Reise durch alle Theile des Königreiches Griechenland.* Leipsick, 1841.

pent des surfaces considérables et sont sillonnées par de profonds ravins. L'analyse de plusieurs de ces roches montre qu'elles sont généralement siliceuses et imprégnées de substances salines, surtout de chlorure de sodium ; la plupart d'entre elles renferment une forte proportion d'eau, et plusieurs de l'alunite. La silice s'y trouve non seulement à l'état de quartz, mais encore sous forme de silice gélatineuse, soluble dans les dissolutions alcalines.

Les fossiles rencontrés à divers niveaux sont ceux des marnes subapennines. (*Coronula diadema*, Lam., *Pecten Jacobæus*, id., *P. flabelliformis*, Desh., *P. pseudamusium*, Chem., *Ostrea Boblayei*, Desh., *Terebratula ampulla*, Brocc., *Murex trunculus*, Linn., etc.) Les calcaires, placés en général vers le haut, sont grenus, souvent durs, et forment au-dessus des tufs un second étage d'escarpements élevés.

Outre les soulèvements circulaires des environs du mont Kalamo, les couches suivent souvent une ligne parallèle à la direction moyenne de la rade, laquelle est très voisine de celle du système du Ténare, qui se retrouve dans les dislocations récentes de la Sardaigne comme de la Provence, et peut-être Milo devrait-elle sa forme à ce dernier cataclysme.

(P. 81.) Les roches modifiées sont des tufs avec obsidienne, et des masses poreuses traversées par des filets de perlite et de quartz opalin. Ces dernières, exploitées comme pierres meulières aux environs du cap Rheuma, existent en outre sur tout le pourtour de l'île, constituant des rochers isolés, ou reliés çà et là à des trachytes non altérés. Des cavités ou grottes qu'on y observe s'échappent des eaux minérales à température élevée, et leurs parois sont tapissées de soufre. Ces meulières sont composées de quartz presque pur, mais les parties supérieures du tuf modifié sont formées de cimolite ou argile molle. Après avoir décrit plusieurs points en particulier, M. Sauvage se résume en disant (p. 96) qu'il y a dans la formation volcanique de l'île de Milo deux périodes distinctes : la première, comprenant l'épanchement des trachytes qui ont fourni les éléments du tuf ponceux ; la seconde, le soulèvement des masses trachytiques qui a suivi le dépôt du terrain tertiaire.

Attique et Béotie.

Le massif qui forme l'Attique et la Béotie, suivant le même géologue (1), offre d'abord une direction dominante qui est celle des Pyrénées, puis, à la pointe méridionale de l'Attique qui se ter-

(1) *Observations sur la géologie d'une partie de la Grèce conti-*

mine au cap Sunium ou Colonne, une direction N.-N.-O., celle du système pindique, ou du mont Viso. Une troisième direction, O.-S.-O, quelquefois rapprochée de E., O., se montre encore dans la grande vallée de la Béotie, se prolongeant au delà dans l'Eubée. Ce serait celle du système de l'Erymanthe, placé par Boblaye entre les formations tertiaires moyenne et supérieure. Il existe, en outre, d'autres directions, mais qui sont moins nettement marquées. Dans l'île d'Eubée, M. Virlet (1) n'avait admis qu'une direction principale, celle du N.-O. au S.-E., qui est parallèle au système olympique; mais M. Sauvage en a constaté une seconde entre Stoura et Koumi, et qui, alignée au S.-S.-E., appartiendrait au système pindique du sud de l'Attique et de la partie resserrée de l'île d'Eubée.

(P. 107.) De la base du Cythéron aux collines de Thèbes, le sol est composé de couches marneuses grises, rougeâtres, avec des bancs horizontaux de calcaires tendres, concrétionnés, et recouvertes de cailloux de diorites, de roches serpentineuses, de silex pyromaques jaunes et de fer oxydé. A l'est de Thèbes, sur la route de Chalcis, les premières collines montrent des bancs puissants de poudingues, un calcaire jaune friable et un calcaire plus dur mamelonné. Ces roches forment des montagnes assez élevées qui bordent de chaque côté les massifs secondaires. Plus loin paraissent des marnes grises et blanches avec des concrétions de calcaire blanc, dur, grenu ou friable, et se prolongeant au S., jusqu'à la vallée d'Oropos. Les poudingues et les calcaires plongent généralement au N., et ne renferment point de fossiles. Entre Tanagre et Kako-Sialesi, des argiles marneuses grises et rougeâtres succèdent aux assises précédentes. Les collines tertiaires ont des contours arrondis, et les calcaires cristallins plus anciens percent çà et là les cailloux et les marnes. Lorsqu'on remonte de Misso-Vouni vers Chalcis, les mêmes brèches, conglomérats ou poudingues occupent la plaine et s'appuient contre les roches secondaires. Il en est de même entre cette dernière ville et Vathy, et jusqu'à Oropos. Ces diverses assises des environs de Thèbes, de Tanagre et d'Oropos sont rapportées par l'auteur aux gompholites ou conglomérats de la Morée, au nagelfluh et à la mollasse de la Suisse. Le lignite de Marko-Poulo, à l'est

---

nentale et de l'île d'Eubée (*Ann. des Mines*, 4e sér., vol. X, p. 101, avec cartes. 1846).

(1) *Loc. cit.*, p. 42.

d'Oropos, représenterait la partie supérieure de la formation moyenne, ou peut-être la base des marnes sub-apennines.

Si l'on se dirige de Marko-Poulo vers la plaine de Marathon, on retrouve les calcaires marneux et les conglomérats, et tous les cols élevés, qui correspondent aux ondulations des roches secondaires, sont recouverts de calcaires tertiaires en bancs épais, irréguliers, à surface noduleuse (p. 114). Au delà du ravin de Marathon, on pénètre au milieu de collines exclusivement formées de poudingues à ciment calcaire et de calcaires grenus, jaunâtres, identiques avec ceux qui occupent les cols à différents niveaux. Ces bancs sont sensiblement horizontaux, jusqu'à l'origine des ravins qui y sont creusés, ainsi que dans la plaine de Kephissia jusqu'à la mer. De Marathon et de Tatoi, comme en descendant la vallée du Céphise, on marche toujours sur des poudingues, des marnes grises, des calcaires compactes et des grès sableux plongeant dans diverses directions, mais devenant horizontaux dans la plaine. Néanmoins, d'après la direction N.-N.-E. (celle des Alpes occidentales) dominante dans les parties les plus accidentées du pays, M. Sauvage est porté à ranger ces couches dans la formation tertiaire moyenne, comme leurs analogues de la Morée l'avaient été par MM. Boblaye et Virlet.

Entre Athènes et le Pirée, on remarque des strates horizontaux de conglomérats et de calcaires jaunes de la même formation, souvent portés à une grande hauteur dans les montagnes. Au sud et à l'est du Pirée, les collines plus récentes appartiennent à la formation supérieure, composée de marnes blanches et de calcaires marneux blancs et jaunâtres, quelquefois coquilliers, de $0^m,15$ à $0^m,20$ d'épaisseur. Au-dessus viennent des couches plus épaisses de calcaires sableux avec des bancs de lumachelle exploités pour pierres de taille. Les strates horizontaux sont peu élevés et présentent quelques dislocations locales. Les coquilles, quoique nombreuses, sont mal conservées, et le plus ordinairement à l'état de moules ou d'empreintes.

Dans la partie occidentale du bassin qu'occupe le lac Copaïs, au pied des montagnes secondaires de Livadie et du mont Hélicon, règne une bande étroite de conglomérats marneux avec des cailloux de roches amphiboliques et de calcaire noir ou cristallin, puis des calcaires blancs marneux et des noyaux d'argile blanche passant à des variétés analogues à la magnésite. Le tout se rattache vers l'E. aux dépôts de la plaine de Thèbes et contourne au N.-O. la base du mont Parnasse, en longeant le bassin du Mavro-Nero. Entre le lac Copaïs et Chalcis, les conglomérats, les cailloux enveloppés dans une

pâte calcaire et les roches marneuses se montrent à diverses hauteurs, mais avec peu d'épaisseur. Ces roches constituent la plus grande partie du col de Likhéri, bordent au S. le lac Paralimni, et atteignent une hauteur considérable entre Kardiza et Houngoura.

Ile d'Eubée.

Dans l'île d'Eubée, la plaine fertile d'Ambelia est formée par un sable marin très coquillier qui paraît être quaternaire. Près de Vasilikos, les couches tertiaires sont des marnes blanches, des calcaires jaunâtres, grenus ou terreux, avec des bancs horizontaux de poudingues à cailloux de calcaire et de roche verte amphibolique. Entre Erétrie et Kaki-Skala dominent les conglomérats et les brèches. Des fragments de gneiss, de calcaires cristallins et de quartz sont empâtés dans le calcaire avec des débris de roches moins anciennes. Ces poudingues et ces calcaires se retrouvent à Oliveri, au delà du massif secondaire de Vathia, puis à Orio, et en descendant vers la mer, ces assises prennent un grand développement. Leurs caractères sont très constants, et elles constituent des montagnes et de grandes falaises jusqu'au delà du port de Koumi, où affleurent les calcaires compactes.

(P. 142.) A l'ouest de Koumi, est un dépôt charbonneux occupant un bassin assez étendu, qui avait été déjà indiqué par les auteurs de la *Géologie de la Morée*, mais que M. Sauvage a pu étudier d'une manière plus complète. Le lignite repose sur des calcaires marneux ou grenus, gris ou jaunâtres. Le banc exploité a 2 mètres d'épaisseur, et fournit un charbon assez compacte, pyriteux par places, et recouvrant un second lit de lignite peu épais, irrégulier, mêlé d'argile. Ces lignites, de même que les roches sous-jacentes, sont disposés comme le fond d'un bassin. Au-dessus vient une glaise brune, tenace, puis une série de calcaires marneux assez épais, passant à des calcaires grenus, durs, sonores et feuilletés. Dans les argiles et les calcaires placés au-dessus des lignites, il y a une quantité innombrable d'empreintes et de moules déformés de Lymnées, Paludines, Planorbes, Ancyles et Cyclades ou Cyrènes. Des empreintes de feuilles se montrent aussi dans les calcaires avec de belles empreintes de poissons. Ces dépôts lacustres se lient aux calcaires marneux qui descendent jusqu'à la mer et paraissent appartenir à la période tertiaire moyenne. Ils seraient parallèles aux roches clastiques ainsi qu'aux calcaires et aux marnes marines des autres portions de la Grèce. Mais nous devons faire remarquer que jusqu'à présent il n'a guère été signalé de couches marines bien caractérisées en Grèce, appartenant à la formation

moyenne, si ce n'est dans les îles de la côte sud-ouest, et encore n'est-il pas bien démontré que les fossiles soient ceux de cette période. D'ailleurs M. Sauvage a établi ces divers rapprochements exclusivement d'après des considérations de direction dans le relèvement des couches; or ce mode d'appréciation est sujet à trop d'erreurs, lorsqu'il n'est pas contrôlé par les autres méthodes géologiques, pour que l'on puisse l'employer seul avec toute certitude.

Archipel du Diable.

Plus au N. le lignite de Koumi paraît être représenté par celui que M. Virlet (1) a décrit dans l'île d'Iliodroma, qui fait partie de l'archipel du Diable, ou Sporades septentrionales. Cette île est composée de schistes cristallins, de schistes argileux, de calcaires grenus, de roches calcaires de la formation crétacée de la Morée et de dépôts lacustres avec lignite occupant la moitié de sa surface. Ces derniers comprennent, de bas en haut, des marnes bleues et verdâtres avec une grande quantité de *Melanopsis buccinoidea*, Fér., des Planorbes, et surtout des Hélices très voisines de l'*H. vermiculata*, puis des couches minces et nombreuses de calcaire blanc, marneux, tufacé, sans fossiles, avec un banc irrégulier de lignite de 0m,70 d'épaisseur, et plusieurs autres mélangés d'argile et de coquilles terrestres et lacustres. Le lignite, quelquefois à l'état de jayet, est recouvert par des calcaires tufacés, gris, marneux, renfermant des bois de conifères (*Taxodium europæum*), et auxquels succèdent d'autres calcaires compactes, gris-jaunâtres, rubanés de rouge. Ceux-ci présentent çà et là des tubulures remplies de carbonate de chaux concrétionné et spathique. L'épaisseur totale de ces assises est de 50 à 60 mètres.

Comme elles ont été dérangées par le soulèvement du système Dardanique, presque parallèle à celui des Alpes occidentales, on peut les regarder comme antérieures aux marnes sub-apennines et contemporaines de la mollasse suisse, ainsi que de la formation moyenne correspondante de la Morée. M. Virlet fait remarquer, à la vérité, que le genre *Taxodium*, qui n'a plus de représentant en Europe, n'a été signalé qu'en Bohême et à Œningen, dans des couches moins anciennes que la mollasse. Les assises d'Iliodroma s'élèvent à 250 et 300 mètres au-dessus de la mer, et leur disposition tend à prouver qu'elles ne sont qu'un lambeau d'un dépôt fort étendu dont le reste a été englouti par l'affaissement [illegible]

(1) *Géologie et minéralogie de l'expédition* [illegible] p. 233; in-4. Paris, 1833.

portion considérable de l'île qui renfermait le lac, soit de l'espace qui la sépare aujourd'hui du continent.

Observations diverses.

Selon M. Spratt (1), les calcaires lacustres des environs de Koumi, dont nous venons de parler, situés précisément en face du golfe de Smyrne, seraient synchroniques de ceux qui environnent cette dernière ville, et représenteraient le terrain tertiaire inférieur de l'Europe. Les falaises de Koumi sont identiques avec celles de Smyrne, et, comme à Samos, le tout est recouvert par des sables, des marnes et des graviers brunâtres sans fossiles. Des dépôts semblables, mais moins développés, prouvent encore que d'anciens lacs existaient sur la côte méridionale du canal qui sépare l'Eubée de la Béotie. Autour de Marko-Poulo, les roches sont les mêmes que celles de Koumi ; le lignite y est également exploité, et au-dessus règne aussi un puissant dépôt de gravier. Celui-ci forme, d'Oropos au mont Ktypa, une série de collines de 100 à 120 mètres d'élévation. On n'y trouve point de fossiles, et la stratification est horizontale. Ces accumulations de matériaux meubles sont, à Samos comme à Koumi et Oropos, plus récentes que les couches lacustres, et elles appartiendraient à la période des éruptions ignées qui se sont manifestées au milieu des lacs de la côte d'Asie, particulièrement dans le golfe de Smyrne. Ces agents auraient soulevé plusieurs districts et en auraient abaissé d'autres à de grandes profondeurs. Cette dernière classe de phénomènes semble appartenir ici, de même qu'en Italie et dans l'ouest de l'Europe, à l'époque quaternaire.

M. Spratt n'admet pas qu'il y ait sur le pourtour de la Méditerranée de dépôts marins de la formation tertiaire inférieure. Il n'y aurait suivant lui de dépôts marins que ceux des formations moyenne et supérieure, et comme avant ces deux périodes il n'existait pas de communication avec l'Océan, tout le bassin méditerranéen était occupé par des lacs d'eau douce. Le changement de ces lacs en une dépendance de l'Océan eut lieu à la fin de la période tertiaire inférieure. D'après l'examen des fossiles, M. Ed. Forbes a également conclu que les sédiments lacustres dont nous venons de parler étaient de la période tertiaire inférieure, pendant laquelle un grand lac s'étendait sur tout l'archipel grec et occupait l'espace que recouvre aujourd'hui la mer, dont la profondeur dans certains endroits dépasse 600 mètres. La *Lymnæa longiscata*, Al. Brong., qui se trouve à Oropos, marquerait aussi l'âge des couches de

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 67. 1846.

Smyrne, et, d'après l'examen des coquilles, celles de Koumi seraient plus récentes.

Ces conclusions, pour lesquelles les auteurs n'ont tenu compte que d'un petit nombre de données, paraîtront bien hasardées si l'on considère que, dans toute la Morée, nous n'avons pas vu signaler de couches lacustres au-dessous des poudingues ou gompholites de la formation moyenne, et que le seul dépôt de ce genre qu'on y ait mentionné, celui des lignites des bords de l'Alphée, à l'est de Karitæne, paraît être plus récent que la formation sub-apennine. Dans la Béotie, l'Attique et l'Eubée, rien ne prouve non plus que les dépôts lacustres très restreints de Marko-Poulo, de Koumi, et plus au N. celui d'Iliodroma, soient antérieurs au grand horizon des couches clastiques, parallèles à celles de la Morée et à la formation moyenne de l'ouest de l'Europe comme de l'Asie Mineure. Il n'y aurait eu, suivant nous, que des accumulations lacustres partielles, assez récentes, et non un lac immense comme le supposent MM. Spratt et Forbes, dont l'hypothèse aurait en outre pour conséquence de trancher la question si controversée de l'âge du groupe nummulitique *circum-méditerranéen*, en le plaçant tout entier dans la formation crétacée.

M. K.-G. Fielder a publié les résultats d'un *Voyage fait par ordre du gouvernement, de* 1834 *à* 1837, *dans toutes les parties du royaume de Grèce* (1); mais les détails géologiques réunis dans cet ouvrage ajoutent peu à ce que nous ont fait connaître les auteurs de la *Géologie de la Morée*. M. Patrick Duff (2) a donné aussi une esquisse géologique de cette péninsule, et M. Ehrenberg (3) a découvert 96 espèces d'animaux infusoires dans les marnes crayeuses plastiques de la Grèce, et 30 dans des terres non plastiques du même pays. Ce savant a également constaté que beaucoup d'objets d'art antique en terre cuite avaient été fabriqués avec l'argile que l'on trouve encore à Egine, laquelle est remplie de corps organisés microscopiques.

(1) *Reise durch alle Theile*, etc. 2 vol. in-8, avec carte géologique et vues. Leipsick, 1840-42.

(2) *Sketch on the geology*, etc. *Esquisse de la géologie de la Morée*. In-8, avec planches, Elgin.

(3) *Acad. de Berlin*, août 1842. *L'Institut*, 23 mars 1843.



§ 2. Turquie d'Europe.

Le sol de la Turquie d'Europe, dit M. Boué (1), paraît être formé par la bifurcation du prolongement sud-est d'une partie des Alpes. Cette bifurcation a lieu dans la haute Mœsie, d'où partent les deux rameaux, l'un à l'E. et l'autre au S.-S.-E. Entre ces deux massifs secondaires reparaissent, comme dans le centre des Alpes, d'énormes montagnes de schistes cristallins. Ces dernières, accompagnées des mêmes contre-forts secondaires, arénacés et calcaires, s'étendent dans l'Archipel, l'Asie Mineure, et sur les flancs du Taurus. Les chaînes cristallines de la Turquie d'Europe et d'Asie présentent beaucoup plus de bassins que les Alpes. On y observe un grand nombre de cavités occupées en partie par des dépôts tertiaires. On a vu que les blocs erratiques paraissent manquer partout, excepté peut-être aux Météores. Les éruptions trachytiques, rares au pied des Alpes, sont au contraire très développées en Orient au milieu des roches cristallines, et l'activité volcanique s'y manifeste encore par des sources thermales, bien plus abondantes que dans les Alpes, et par des volcans récemment éteints, soit continentaux, soit insulaires. Le terrain tertiaire occupe en Turquie une grande partie de la surface des vallées. On y connaît plus de trente bassins dont les plus étendus sont ceux de la Valachie, de la Bulgarie danubienne et de la Thrace.

Albanie, Épire.

La portion de la Turquie qui borde l'Adriatique offre la contre-partie des couches crétacées de la péninsule italique, avec cette différence que les roches arénacées prédominent en Italie, et les calcaires en Turquie. Les dépôts sub-apennins ne constituent que des lambeaux peu étendus sur la côte turque. Le sol de la Grèce correspond aussi à celui de la Turquie méridionale, et la ressemblance se maintient jusque dans les conglomérats parallèles aux mollasses de la Thessalie. Les côtes de l'Albanie (p. 296), à l'embouchure des grandes rivières, présentent des alluvions considérables, quelques poudingues et des grès ou des argiles tertiaires. Vers la partie supérieure du versant méridional du Mont-Gabar, à l'est de Durazzo, on voit, à une altitude de 617 mètres, une couche coquillière semblable à celle qui surmonte l'argile bleue de Vienne, et ca-

(1) *La Turquie d'Europe*, p. 391, vol. I, avec carte géologique. Paris, 1840.

ractérisée aussi par le *Cerithium pictum*, Def., le *Cardium simulans*, le *C. plicatum*, la *Saxicava ochroleuca*, etc. M. Viquesnel, dans sa *Carte géologique de la Macédoine* (1), a indiqué une bande tertiaire presque continue, à partir de Doucatès, au pied des monts Acrocérauniens, et suivant au N. la vallée de la Koutscha, puis celle de l'Hismo jusqu'à la hauteur de l'embouchure de cette rivière. Elle constitue en outre les collines qui séparent le cours inférieur du Skoumi de celui du Dévol.

Thessalie.

La grande dépression de la Thessalie, poursuit M. Boué (p. 301), comprend des conglomérats, des mollasses, des marnes, puis des poudingues plus récents, des amas de cailloux, d'argile et de tuf calcaire. Le fond du bassin est occupé par une argile probablement quaternaire, tandis que les couches tertiaires en revêtent le pourtour. Elles sont horizontales, d'une épaisseur totale de 227 mètres, et en grande partie d'origine lacustre. Ce sont elles qui forment les masses carrées ou pyramidales, isolées et escarpées, sur lesquelles sont élevés les monastères grecs connus sous le nom de *Météores*. Les flancs coupés à pic, de 65 à 130 mètres d'élévation, ne peuvent être gravis qu'au moyen d'échelles et de cordes passant sur des poulies. Les petites corniches et les cavités formées à la jonction des couches ont été utilisées aussi par les moines, qui ne manquent jamais, lorsqu'ils sont rentrés, de retirer les échelles pliantes, composées de bois, de chaînes de fer et de cordes (2). La décomposition d'une partie de la mollasse a entraîné dans le torrent et accumulé au pied des buttes une énorme quantité de blocs de protogine, de gneiss et d'autres roches cristallines qui existent en place au nord et au nord-est de Castoria (3).

Cette vaste plaine de la Thessalie a dû être occupée par un lac dont les eaux s'écoulaient dans le golfe de Volo, ou entre le mont Pélion et le mont Ossa. La fente de la vallée de Tempé en aurait produit l'écoulement complet avant l'existence de l'homme. Les déluges de Deucalion et d'Ogygès peuvent s'expliquer d'ailleurs par un engorgement momentané du canal de la Salambria dans la vallée de

---

(1) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, 2e partie, avec une carte géologique. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 290. 1846.)

(2) Cette disposition rappelle tout à fait, mais en petit, celle des *Ambas* de l'Abyssinie. (Voyez K. Ritter, *Géographie générale comparée*, Afrique, vol. I, p. 260.)

(3) *Bull.*, vol. XI, p. 94. 1839.

Tempé, et par l'absence d'écoulement du lac de Topolias-Meri.

Macédoine et Mœsie.

L'argile limoneuse est fort épaisse dans les bassins de Seres et de Drama. Dans celui du Vardar, les plaines sont remplies d'alluvions argileuses et sableuses, et les collines sont formées d'argile marneuse, de mollasse, de sable quartzeux micacé et de grès. Le bassin du Vardar supérieur est occupé par des couches d'origine fluviatile et lacustre, et par des dépôts de source. M. Viquesnel (1) signale principalement les sédiments d'eau douce des plaines de Skoutari et d'Ipek en Albanie et celle de Pristina dans la Mœsie, où l'on trouve des *Congeria*, des Lymnées, des Planorbes et des Paludines (*Paludina idra*, Fér., *P. porata*, Say., *P. Viquesneli*, Desh., etc.). Il pense que plusieurs de ces dépôts ne sont pas contemporains, et que quelques-uns d'entre eux pourraient appartenir à la période tertiaire moyenne.

A deux lieues de Karatova, dit M. Boué, et à une élévation de 844 mètres, des lambeaux de conglomérats tertiaires coquilliers plongent au S. et reposent sur le talcschiste. Lorsqu'on descend dans la vallée profonde de Karatova, on voit ces mêmes conglomérats recouvrir d'autres couches tertiaires fort puissantes, presque horizontales et supportées par des schistes talqueux inclinés au N. (2). Cette grande élévation des sédiments tertiaires paraît devoir être attribuée aux éruptions trachytiques du voisinage (p. 308). Les bassins de Kostendil et de Doubnitza sont remplis de roches détritiques de divers âges. Celui de Radomir serait presque entièrement quaternaire, à l'exception des roches qui forment le pied du mont Koniavo, de Bresnik à Grlo. Entre la vallée de Krasava et ce dernier point, il y a des alternances de grès, d'argile marneuse endurcie, de calcaire et de grès coquilliers. Le calcaire est compacte, gris brunâtre, et renferme des polypiers, des crinoïdes, des échinides, des Huîtres, etc.

Dans la Mœsie, la direction des couches tertiaires est très variable. En Macédoine, elle est souvent N. 15° O., N. 25° O. et N. 45° O.; en Albanie, elle oscille entre N. 15° et 25° O. Dans ces mêmes provinces, la formation supérieure n'est pas toujours facile à séparer de celle qui l'a précédée, à cause de l'absence ou de la rareté des

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 35. 1842. Carte géologique.

(2) Voyez aussi : A. Viquesnel, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 291.

fossiles. M. Viquesnel (1) y rapporte néanmoins des conglomérats qui ont 33 mètres d'épaisseur à l'entrée de la vallée de Rilska-Riéka.

Parmi les dépôts ou travertins produits par les sources, M. Boué en signale avec des coquilles fluviatiles dans le bassin de Radomir, et M. Viquesnel en a observé des masses considérables en Macédoine. A l'ouest et à l'est d'Uskiup, ils reposent au pied des montagnes sur le terrain tertiaire, et sont recouverts, à la base du Kara-Dagh, par l'alluvion quaternaire. Au sud du lac de Télovo, ils s'étendent sur la formation crétacée, encroûtent le lit de la rivière qui arrose Vodéna et forment, au-dessus et au-dessous de cette ville, des escarpements d'où les eaux se précipitent en cascades. Entre Jenidjé et le Vardar, le travertin, associé à des conglomérats et à des calcaires d'eau douce, constitue des collines peu élevées. L'auteur fait remarquer qu'il n'a point rencontré de travertin dans l'Albanie, où les trachytes ne se sont pas fait jour (2).

Romélie.

Les bassins de Sophie, de Samakav, d'Ichtiman et de Bania sont des dépressions remplies d'alluvions anciennes ou quaternaires, mais remarquables par les crêtes qui les dominent et qui lient le Balkan au Rhodope (p. 318). Le bassin tertiaire compris entre cette dernière chaîne, l'Hæmus et la chaîne côtière de la mer Noire, comprend tout le Tekir-Dagh, les deux côtés du détroit des Darda-

(1) *Loc. cit.*, p. 291.

(2) Indépendamment de la carte géologique générale que M. Boué a jointe à son grand ouvrage sur la Turquie, nous avons vu que la première et la seconde partie du *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe* par M. A. Viquesnel étaient accompagnées de deux cartes de détail, à l'échelle de $\frac{1}{800000}$, dressées sur ses renseignements par M. Lapie, colonel d'état-major. Ces cartes, dans lesquelles l'auteur a tenu compte des observations publiées ou qui lui ont été communiquées par MM. Boué, A. Grisebach (*a*), Leach (*b*) et J. P. Muller (*c*), comprennent, l'une la Servie, la Bosnie et l'Albanie, l'autre une partie de cette dernière province, l'Épire et la Thessalie. Il restait ainsi, pour avoir une représentation complète du relief et de la composition géologique de la Turquie d'Europe, à continuer le travail à l'est du méridien de Sophie, dans toute la partie du continent que bordent la mer Noire, le Bosphore, la mer de Marmara et la mer Égée, et c'est ce que M. Viquesnel a entrepris et exécuté fort heureusement dans le cours de l'année 1847. La grande quantité d'observations et la riche collection qu'il a rapportées de ce pays promettent un complément bien précieux aux résultats déjà connus de ses précédents voyages.

(*a*) *Reisen durch Rumelien und nach Brussa.* 2 vol. in-8. Gœttingen, 1841.
(*b*) *Travels in northern Greece.* 4 vol. in-8. 1835.
(*c*) *Albanien, Rumelien und die Œsterreichische Graenze.* In 8. Prague, 1844.

nelles, des portions de vallées sur la côte asiatique de la mer de Marmara, et en particulier la plaine de Brousse. Le Tekir-Dagh est composé de mollasse, d'argile marneuse, de grès et de sable en couches un peu inclinées. Les sables et les grès avec des bois siliceux occupent la partie supérieure et recouvrent des argiles calcarifères, grisâtres, avec des Cyrènes. Les calcaires coquilliers y sont rares; on en voit quelques uns en se rapprochant des Dardanelles. Le long de la mer de Marmara, la mollasse et les argiles sont recouvertes par le lehm entre Koum-Bourgos et Bujuk-Tschemedsche. De ce dernier point jusqu'aux portes de Constantinople on n'aperçoit que des alternances de calcaires plus ou moins durs ou tendres, de grès et de marnes, ou bien des argiles avec des fossiles marins et d'eau douce, roches analogués à celles qui, en Autriche et en Hongrie, forment les assises tertiaires supérieures, et dans lesquelles on observe le même mélange de fossiles marins et de coquilles lacustres. Le premier château fort que l'on aperçoit sur la côte d'Europe, à l'entrée des Dardanelles, est élevé sur ces dépôts qui recouvrent un schiste argileux de transition (1).

Après avoir indiqué la disposition des couches tertiaires arénacées à l'ouest d'Andrinople, M. Boué (p. 322) décrit le pied de la chaîne côtière de la mer Noire et les bords élevés du bassin de la Thrace, qui présentent, comme le pourtour de celui de Vienne, des assises calcaires assez épaisses remplies de coquilles et de polypiers. Il les suit depuis les environs de Kirkkilisé par Bounar-Hissar, Visa, Serai, jusqu'à Tschataltscha et Constantinople. Le même calcaire se retrouve au nord du Tekir-Dagh, à Dimotika, où il forme des buttes et des plateaux peu élevés, puis au sud-ouest de cette chaîne, sur les derniers contre-forts du Rhodope, de même qu'autour de Fered, et sur tous ces points les strates sont horizontaux.

Côtes du Bosphore.

« Constantinople, dit M. de Verneuil (2), est bâtie à l'extrémité » d'une formation tertiaire, et précisément au point de jonction avec » des schistes fort anciens. Le beau havre, nommé la *Corne d'or*, » est encore creusé dans ces schistes; mais, quand on s'élève vers » la partie occidentale de la ville, qu'on s'avance vers les nombreux » cimetières qui lui forment une large ceinture, ou mieux, quand » on gravit les pentes sur lesquelles est bâti le faubourg d'Eyoub,

(1) A. Viquesnel, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 259. 1846.

(2) *Note géologique sur les environs de Constantinople*. (*Bull.*, vol. VIII, p. 271. 1837.)

» on voit affleurer, sur les tranches des schistes, les couches hori-
» zontales du terrain tertiaire. »

A l'ouest de la ville, entre Daoud-Pacha et Makrikoï, sont les carrières d'où l'on a extrait les matériaux des anciens monuments de Constantinople, tels que les bastions, les murailles, les aqueducs de Justinien et les mosquées élevées par les sultans. Le calcaire constitue des bancs d'une épaisseur variable, tantôt tendres et friables, tantôt durs, cristallins et composés de coquilles brisées. Les bancs exploités sont recouverts de calcaires moins solides, marneux, en lits peu épais, séparés par des marnes blanches et des argiles jaunâtres. Ces dépôts ne remontent point au delà sur les rives du Bosphore dont l'ouverture est probablement plus récente. M. H.-E. Strickland (1), qui visitait aussi ce pays vers le même temps, a émis une opinion semblable. A l'exception d'une Mactre et d'un *Cardium* fort répandus dans ces couches, les fossiles qu'on y trouve sont terrestres ou d'eau douce (Potamide, Néritine, Cyclostome, deux Hélices voisines des *H. pomatia*, Linn. et *rufescens*, deux Bulimes voisins des *B. montanus*, Drap. et *acutus*, id., Clausilie, Planorbe, voisin du *P. alba*, et une *Cypris*), et toutes ont la plus grande analogie avec celles qui vivent encore dans le pays.

M. T. Virlet (2), ayant constaté que les collines trachytiques de l'île de Samothrace étaient recouvertes en partie de dépôts coquilliers peu anciens, pense que l'apparition des trachytes des îles Cyanées, situées dans la mer Noire, à l'entrée du Bosphore, est également antérieure aux dépôts tertiaires des environs de Constantinople. L'ouverture du détroit, plus récente que ces derniers, ne pourrait être alors attribuée à la sortie des roches ignées. Quant au déluge de la Samothrace, rapporté par Diodore de Sicile, il résulterait d'un phénomène purement local, à la suite duquel une portion de cette île aurait été engloutie.

M. Dubois de Montpéreux (3) place à la fin de l'époque quaternaire un soulèvement qui donna leurs dernières formes à la Crimée et aux pays qui entourent le Caucase, et il rapporte à ce même moment la rupture du Bosphore de Thrace, celle du Bosphore Cim-

---

(1) *On the Geology*, etc. *Sur la géologie du Bosphore de Th*[illegible] (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 390. 1840.)

(2) *Lettre à M. Letronne sur le déluge de la Samothrace*[illegible]

(3) *Voyage autour du Caucase*, vol. IV, p. 20 et suivantes[illegible] 1840 43.

mérien, la dépression de la mer d'Azof et du cours du Don. Ainsi ce phénomène, qui a produit un changement si notable dans les relations des grandes masses d'eau de cette partie de l'Europe, aurait eu lieu en même temps, ou du moins dans la même période géologique que celui qui a fait communiquer directement la mer du Nord avec la Manche (*ante*, p. 127).

Les sédiments quaternaires ou le lehm n'existent même pas dans toute l'étendue du canal qui réunit la mer Noire à la mer de Marmara. Suivant M. Boué (1), les roches siluriennes se montrent seules de chaque côté dans sa partie moyenne, et les trachytes dans sa partie nord. La faible élévation des côtes et les escarpements à pic qui bordent la mer de Marmara font présumer qu'il y a eu un enfoncement considérable à la place de cette mer, et que les dépôts tertiaires se continuaient autrefois sans interruption d'Europe en Asie. Pendant l'époque tertiaire, il n'y aurait pas eu de communication entre la mer Noire et la mer Égée, mais la première se joignait à la Caspienne, et celle-ci à la mer d'Aral, qui s'étendait fort loin vers l'E., tandis que le Pont-Euxin se prolongeait au N.-O. à travers la Russie et la Pologne pour se réunir à la Baltique et à la mer d'Allemagne. Nous verrons tout à l'heure jusqu'à quel point les recherches plus récentes sont venues justifier ces aperçus généraux de M. Boué. Quant à l'analogie des roches et des fossiles tertiaires de la Thrace avec ceux de la Hongrie et de l'Autriche, elle paraît plutôt résulter de la ressemblance du climat de ces pays à cette même époque, que d'une communication directe des mers, qui, ainsi que nous l'avons dit, n'aurait point existé.

Bassin inférieur du Danube. Valachie et Bulgarie.

Le vaste bassin de la Bulgarie et de la Valachie est un golfe de l'ancienne mer tertiaire qui couvrait une grande partie du rivage actuel de la mer Noire (2). Il présente dans la Valachie une série de collines en gradins, composées de mollasses, de conglomérats, d'argiles, de marnes et de sables qui s'étendent jusqu'au pied des montagnes secondaires des Carpathes et du Balkan. Sur certains points on y a découvert du lignite, et le sel gemme est exploité, surtout à Slatina, Okna, Kimpina et dans le district de Vooltscha. D'après M. Lisel (3), qui a décrit ces gisements, ainsi que ceux de quelques

(1) *La Turquie d'Europe*, vol. I, p. 324.
(2) *Id.*, *ibid.*, p. 314.
(3) *Gornoi-Journal*, n° 1, p. 125, et n° 2, p. 328, 1835. — Voyez aussi : Schüler, *Über die Fortschritte der Kultur in der Für-*

lignites, le sel en roche se rencontre dans les argiles et les grès de la formation moyenne. On y trouve en outre disséminés beaucoup de pétrole, de l'asphalte, un peu de soufre et du fer oxydé brun et argileux. Le lehm occupe ensuite la surface du pays jusqu'aux rives du Danube. Le sol de la Bulgarie offre à peu près la même composition. On y observe de grandes masses de calcaire grossier, surtout dans la partie orientale et le long du fleuve, tandis que la mollasse domine dans la partie nord-ouest. Sur la rive gauche du Danube, après le défilé des *Portes de fer*, où son lit est resserré entre des montagnes de gneiss et de schiste, il y a des collines de mollasse dont les couches sont inclinées de 20° à 30° à l'O., et la même roche se montre encore sur les derniers contre-forts des Karpathes (1). J. J. Huot (2), qui a donné un résumé des ressources minérales de la Valachie, a décrit sur la route de Bukarest le dépôt quaternaire recouvrant la mollasse, qui forme çà et là les collines dont nous venons d'indiquer la composition.

Moldavie.

Le sol de la Moldavie, quoique plus ondulé que celui de la Valachie, est néanmoins composé de la même manière. Jassy (p. 304) est bâtie sur la mollasse marneuse et sableuse, surmontée de quelques bancs calcaires (3). A Bender, ce calcaire recouvre encore les roches arénacées. Celui des bords du Dniester est en strates horizontaux et présente plusieurs variétés. Il renferme beaucoup de moules et d'empreintes de coquilles (Buccins, Troques, Buccardes, Vénéricardes, etc.). Ces couches, quelquefois oolithiques, sont recouvertes de sable et de cailloux roulés. Sur beaucoup de points,

---

stenthumern Wallachei und Moldau, p. 14. Bonn, 1835. Avec une carte géologique de la Valachie.

(1) J. J. Huot, *Bull.*, vol. X, p. 153. 1839.

(2) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 281. 1842. Avec une carte géologique de la route de Vienne en Crimée. — Nous avons omis, en parlant du tremblement de terre de la Valachie du 23 janvier 1838 (*anté*, vol. I, p. 621), de mentionner l'ouvrage original de M. G. Schüler, écrit en valaque, en allemand et en français. In-fol. Bukarest, 1838. — *Neu. Jahrb*, 1838, p. 30.

(3) Quoique J. J. Huot n'ait pas examiné le gisement de l'o[illegible]rite découvert, suivant M. Meyer, en 1833, au pied des Carp[illegible] près du village de Stanitz (district de Pakan), il rapporte les [illegible] schisteuses qui renferment cette substance au grès carpat[illegible] mais comme on y trouve aussi du succin, du bitume et du li[illegible] peut-être serait-ce encore une dépendance de la mollasse.

Huot a remarqué que l'alluvion ancienne, sableuse, jaunâtre, de 10 à 15 mètres d'épaisseur, était recouverte à son tour par le terreau noir de la Russie, que nous avons décrit sous le nom de *tschornoïzem* (*antè*, p. 297).

§ 3. Russie méridionale.

Bessarabie. Le terrain tertiaire de la Bessarabie se compose de couches calcaires, argileuses et quartzeuses, ces dernières comprenant des sables et des graviers. Les calcaires forment des dépôts considérables au nord de la province ; les argiles, les sables et les lignites en occupent au contraire la partie méridionale et sur une moindre étendue. Ces deux systèmes de couches, suivant l'opinion de M. Blédé (1), seraient plutôt contemporains et placés bout à bout que superposés. Les calcaires, qui atteignent aussi un niveau plus élevé que les autres roches tertiaires, sont tantôt compactes et tantôt celluleux. Les cavernes y sont fréquentes, et on les retrouve en Podolie avec les mêmes caractères. Les fossiles, très nombreux comme dans cette dernière province, paraissent appartenir à la formation supérieure.

X. Hommaire de Hell (2), qui vient de périr si malheureusement, victime de son zèle pour la science, pendant un second voyage qu'il avait poussé jusqu'en Perse, a donné une coupe longitudinale en suivant le Dniester, depuis la frontière de l'Autriche jusqu'à la limite de la craie. On y remarque que cette dernière formation est, dans toute cette étendue, recouverte de calcaires tertiaires, alternant avec des grès quartzeux, entre les vallées de la Soutchava et du Pruth. Au-dessus de Khotin, ils sont surmontés par du gypse, puis par un dépôt de transport récent. La coupe fig. 5, faite à travers les Carpathes et le plateau tertiaire de la Bukowine, montre, entre les vallées de la Soutchava, du Pruth et du Sereth, sous les calcaires précédents, des grès à Cérites, et un ensemble de marnes avec lignites. Entre le Pruth et le Dniester, les gypses recouvrent encore les calcaires, et les fig. 1 et 2 de la même planche indiquent la

(1) *Recherches géologiques sur la Bessarabie* (*Annuaire du journ. des mines de Russie*, vol. VI, p. 1. 1839). — Kohl, *Ueber die Bessarabische*, etc. *Sur la steppe bessarabique*, etc. (*Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. II. 1842).

(2) *Les steppes de la mer Caspienne*, etc. 3 vol. in-8, avec atlas in-fol., pl. 1, fig. 4. Paris, 1844.

structure particulière des calcaires tertiaires de Kakofka et de Kichinef.

Gouvernement de Kherson.

Le pays situé entre le Dniester et le Bug forme une steppe plate, faiblement inclinée vers la mer Noire (1). Il y a aussi des argiles, des marnes sableuses ou calcaires et des calcaires alternant régulièrement. Des argiles blanches et du gypse y sont subordonnés, surtout dans la partie méridionale de la province. Aux environs d'Odessa, le gypse est en masses isolées et accompagnées d'argile rouge. Sur le littoral au delà du Bug, les calcaires, ordinairement recouverts de marnes argileuses, sont d'autant plus épais qu'on s'éloigne davantage de la mer. A Odessa, la roche est poreuse et composée de coquilles réunies par un ciment calcaire. Le terreau noir étant plus puissant en remontant vers le N., l'auteur en conclut que la portion septentrionale de la nouvelle Russie était déjà couverte d'une riche végétation lorsque la portion méridionale était encore submergée, et que la mer abandonna graduellement le plateau incliné vers le S. Dans cette supposition, on admet nécessairement que le tschornoïzem est d'origine végétale, opinion que nous avons vue vivement contestée.

Crimée et côtes de la mer d'Azof.

M. Olivieri (2) avait donné une description assez détaillée des couches tertiaires qui bordent au N. la mer d'Azof, mais il était difficile d'en déduire leur âge et leurs rapports avec les autres dépôts du même terrain. C'est à M. de Verneuil (3) que l'on doit la première base d'une classification rationnelle à cet égard. Lors de son premier voyage en 1836, il a rapporté à deux formations les roches tertiaires de la Crimée, et il a regardé comme plus récente que l'une et l'autre une série de monticules qui, aux environs de Kertch et de Taman, s'élèvent de 20 à 25 mètres au-dessus de la mer. Ces monticules sont entièrement composés d'*Eschara lapidosa*, Pall., mais on n'y remarque aucune apparence de stratification. Leur surface est fort inégale et les interstices ou les vides de la roche sont remplis tantôt d'un calcaire assez compacte, tantôt de très petites coquilles univalves. Ces récifs de polypiers semblent être posés à la

---

(1) *Examen géologique d'une partie du gouvernement de Kherson.* (*Annuaire du journal des mines de Russie*, vol. IV, p. 145. 1837.)

(2) *Ibid.*, vol. III, p. 34. 1836.

(3) *Mémoire géologique sur la Crimée.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 10. 1838. — *Bull.*, id., vol. [illegible], p. 115. 1836. — *Ibid.*, vol. VIII, p. 188. 1837.)

surface de la *formation tertiaire supérieure* proprement dite, ou *des steppes*.

Cette dernière occupe la partie basse de la Crimée et les plaines de la Russie méridionale. On peut la suivre depuis les bouches du Danube, par Odessa et Kherson, jusqu'à la mer d'Azof, et plus à l'E. encore jusque sur les bords de la mer Caspienne. Elle n'a subi aucun dérangement sensible et se compose d'assises régulières de marnes très argileuses, d'argiles, de marnes calcaires, de faluns coquilliers et de calcaires blanchâtres poreux, pétris de fossiles. Ceux-ci sont exploités pour les constructions d'Odessa et de la plupart des villes de la Crimée et de la Russie méridionale. J. J. Huot (1) a donné la coupe suivante de la falaise même d'Odessa, où l'on observe de haut en bas, sur une hauteur totale de 40 mètres :

	Mètres.
1° Dépôt de matériaux incohérents.	3
2° Calcaire friable.	3,50
3° Calcaire coquillier divisé en 6 bancs bleus, blancs ou jaunes, durs et cristallins, ou tendres et caverneux (calcaire des steppes).	9,20
4° Marnes bleuâtres	1,90
5° Marnes bleues.	13,70
6° Sable et grès argileux.	4
7° Marnes blanches, jaunes et grises jusqu'au niveau de la mer	5

Les fentes du calcaire remplies d'argile rouge contiennent des ossements d'Ours, d'Eléphant, de Cheval et de Chien. L'auteur nomme ici *calcaire d'Odessa* les mêmes bancs que M. de Verneuil, avec beaucoup plus de raison, avait déjà désignés sous le nom de *calcaire des steppes*, que nous leur conserverons. Ils se prolongent à l'O. sous la steppe de la Bessarabie, jusqu'à Bender, où nous les avons vus recouvrir la mollasse parallèle aux marnes coquillières de la formation moyenne de la Hongrie et de l'Autriche.

Aux environs de Kertch et de Taman, poursuit M. de Verneuil, il existe, à la partie supérieure du dépôt tertiaire, des couches de fer carbonaté et phosphaté de 1^{m},50 à 2 mètres d'épaisseur. On les voit à peu près au même niveau des deux côtés du Bosphore Cimmérien, et l'on y trouve vers le haut une grande quantité de coquilles.

Les fossiles du calcaire des steppes appartiennent à des espèces

(1) *Bull.*, vol. X, p. 230. 1839. — *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 313. 1840.

qui ne vivent plus actuellement dans la mer Noire, mais qui paraissent avoir habité des eaux douces ou peu salées. Elles sont constantes dans toute l'étendue du dépôt où des débris de Mastodonte et peut-être de cétacé sont égalcment signalés. Les coquilles, ordinairement à l'état de moules ou d'empreintes, excepté aux environs de Taman, dans les falaises de Kamiouch-Bouroun et près de Kertch, sont des *Mytilus*, un grand nombre d'espèces appartenant au genre *Cardium*, des Paludines, des Néritines, des Mélanopsides et des Ampullaires, toutes d'eau douce ou saumâtre, circonstance qui expliquerait la différence complète que présentent les cardiacés avec ceux que nourrit actuellement la mer Noire. M. Deshayes (1) a publié sur ces fossiles un mémoire dont l'introduction se fait surtout remarquer par des considérations de philosophie zoologique d'un haut intérêt.

La formation tertiaire qui vient sous la précédente s'en distingue par ses fossiles qui sont tous marins, et par une légère discordance de stratification. Elle représente celle qu'a décrite M. Dubois dans la Volhynie et la Podolie, et qui est rapportée à la période moyenne. On l'observe aux environs de Kertch et de Simphéropol, mais elle y est peu développée. L'auteur fait remarquer que la formation des steppes, placée entre celle-ci et les sédiments plus récents de la mer Noire, ne renferme aucune espèce fossile qui soit à la fois commune à l'une et à l'autre des périodes qu'elle a séparées.

Les sédiments tertiaires moyens reposent à leur tour sur un calcaire blanc rempli de Nummulites, que supporte la craie blanche avec *Belemnites mucronatus*, etc. Les fossiles, les caractères pétrographiques, comme la stratification, marquent nettement ici la séparation des couches nummulitiques et crétacées; cependant M. de Verneuil ne s'était pas prononcé définitivement sur l'âge des premières, tandis que J. J. Huot n'a pas hésité à les placer dans la formation tertiaire inférieure. C'est d'ailleurs un point sur lequel nous reviendrons en détail lorsque nous traiterons du *groupe nummulitique méditerranéen*.

L'examen rapide des recherches géologiques de Huot, et de MM. Dubois de Montpéreux et Leplay, va nous aider à compléter la connaissance du terrain tertiaire de la Crimée et [illegible]

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, [illegible] 1838.

sines. D'après le premier de ces voyageurs (1), au-dessus du calcaire à grandes Nummulites et du calcaire à Turritelles d'Inkerman rapportés à la formation inférieure, vient, aux environs de Sévastopol, un calcaire pisolithique divisé en plusieurs assises représentant la formation moyenne, et qui sont de haut en bas : 1° des calcaires coquilliers avec cailloux ou gravier; 2° un calcaire pisolithique de 20 mètres d'épaisseur; 3° des calcaires fragmentaires avec de petits morceaux de basalte scoriacé; 4° de nouveaux calcaires pisolithiques, et enfin des marnes; le tout sur une épaisseur d'environ 100 mètres.

Cet ensemble de couches pisolithiques et calcaires est représenté, dans la partie orientale de la Crimée, par des argiles et des marnes. Aux environs de Kertch on remarque trois assises distinctes : l'inférieure renferme de nombreux poissons près du cap Blanc (Ak-Bouroun), des côtes de Lamantin (*Ziphius priscus*) (2), des rognons de gypse cristallisé et des coquilles marines disséminées dans la masse. Ces marnes représenteraient, suivant l'auteur, l'horizon du gypse du bassin de la Seine. L'assise supérieure comprend des calcaires avec *Cerithium calculosum*, Bast., *C. inconstans*, id., et d'autres coquilles qui la font regarder comme appartenant à la formation moyenne de l'ouest de l'Europe, et à celle de la Volhynie et de la Podolie. C'est aussi à ce niveau que Huot rapporte les *Cardium* recueillis par M. de Verneuil, et qui forment un lit mince au-dessus des marnes argileuses avec fer hydraté et phosphaté accompagnés de cristaux de gypse. Dans la falaise de Kamiouch-Bouroun, les sables jaunes de la base renferment le *Mytilus subcarinatus*, Desh., des Lymnées, des Paludines, des Néritines et des *Cardium*. Cette assise supérieure semble être composée de trois dépôts parallèles : les calcaires coquilliers, les argiles bleues avec gypse et des couches coquillières aussi alternant avec des lits de phosphate de fer. Nous

---

(1) *Voyage dans la Russie méridionale*, etc., vol. II, avec 2 cartes géologiques de la Crimée et 4 planches de coupes. — Voyez aussi : L. Rousseau, *Description des principaux fossiles de la Crimée*, ibid., vol. II, p. 781, avec 12 pl. Paris, 1842.

(2) M. Brandt a écrit sur un cétacé de la famille des Baleines, et auquel il donne le nom de *Cetotherium*. Le *Ziphius priscus*, Eichw., paraît devoir rentrer dans ce genre. (*Rapp. des trav. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg pendant l'année* 1842. — *L'Institut*, 10 août 1843.)

verrons tout à l'heure que cette classification et ces rapprochements ont été vivement contestés.

Si, avant de quitter cette formation moyenne, on met en regard la composition des falaises des deux côtés du Bosphore Cimmérien, on remarquera que, sur les deux rives, d'après M. Dubois (1), la base des escarpements est formée par une argile feuilletée noire ou brune alternant avec des lits de ménilite. Les fossiles accumulés par places constituent ce que l'auteur nomme *calcaire coquillier*. Sur la côte d'Europe les argiles sont recouvertes par sept couches de gypse alternant avec des bancs de calcaire coquillier. A en juger par les fossiles, ce serait les dépôts tertiaires les plus anciens, et les argiles sous-jacentes représenteraient la partie supérieure du calcaire à Nummulites de la Crimée que l'auteur place dans la craie. Au-dessus se montrent une marne blanche, niveau de celle qui s'étend sur le reste de la presqu'île, puis une marne bleuâtre, gypseuse, avec des bancs de gypse assez épais, enfin le calcaire des steppes. Sur la côte asiatique on trouve une argile grisâtre avec un banc de 3 ou 4 mètres d'épaisseur de fer carbonaté et phosphaté, rempli de *Cardium*, *Mytilus*, Néritines et Paludines, qui se rencontrent aussi dans les argiles grises. Cette assise, avec les sables ferrugineux et les lits de fer hydraté coquilliers, représente celle qui est caractérisée de la même manière sur la côte d'Europe, mais elle n'est pas surmontée par le calcaire des steppes, qui paraît manquer en cet endroit de la côte d'Asie.

La formation tertiaire supérieure est divisée par Huot (2) en deux assises. La plus basse, qui est le calcaire des steppes, repose sur les marnes précédentes et présente les mêmes subdivisions qu'à Odessa. Contrairement à ce que l'on a dit plus haut, l'auteur y a trouvé plusieurs espèces de coquilles qui vivent encore dans les eaux douces ou saumâtres de l'embouchure du Dniester (*Cardium rusticum*, *C. obliquatum*). Lorsque les débris de coquilles sont fortement agglomérés, les bancs sont exploités comme pierres de construction aux environs de Simphéropol, de Kara-sou-Bazar, de Kertch, etc. L'assise supérieure est composée de ces masses de polypiers dont nous avons déjà parlé. Elles sont irrégulières et constituent des blocs isolés à la surface du calcaire des steppes. Les cavités qu'on y observe affectent les formes les plus bizarres, imi-

(1) *Voyage autour du Caucase*, vol. V, p. 92.
(2) *Loc. cit.*

tant parfois des gradins et des siéges, tel que celui que l'on nomme le *trône de Mithridate* et qui domine la ville de Kertch. La puissance totale du terrain tertiaire de la Crimée est estimée de 250 à 265 mètres.

Dans l'île de Taman, les rochers de polypiers, qui forment trois lignes, ne sont que le prolongement de ceux placés en deçà du Bosphore et que la rupture du détroit en a séparés. Ces lignes s'avancent jusqu'à une lieue et demie à l'est de Taman, et avec elles cessent les dépôts tertiaires et quaternaires. Le reste de la presqu'île, les îles de Phanagorie, de Fontan, de Tyramlée et de Temrouth, ne sont que le produit des volcans boueux et des sources de naphte qui commencent dès que les rochers de polypiers ne se montrent plus (1).

M. Dubois a donné sur la composition des assises tertiaires du sud de la Crimée des détails un peu différents des précédents, et que nous exposerons succinctement. Au soulèvement des calcaires à Nummulites, dit-il (2), succéda le dépôt des *marnes blanches feuilletées*, de 33 à 100 mètres d'épaisseur, sans fossiles, excepté des écailles de poissons et un lit d'Huîtres. Ce dépôt se termine par un banc de coquilles marines, d'eau douce, et terrestres. Un autre banc, composé de cendres et de scories volcaniques, paraît lui être associé, et tous deux sont très constants dans la partie méridionale de la Crimée. Au-dessus un grès oolithique formé de quartz blanc, de silex cornés et de coquilles marines, puis des lits de sable et de gravier se montrent dans certaines localités, et sont recouverts, sur une épaisseur de 7 mètres, par un amas de galets de quartz blanc roulés, de schistes, de grès, de silex et de craie. Cette assise principale de marne blanche semblerait donc représenter, dans la coupe de M. Dubois, les calcaires pisolithiques de Huot, et les dépôts de fer hydraté et phosphaté avec Buccardes, Lymnées, Paludines, etc., de ce dernier géologue, seraient parallèles aux bancs de coquilles marines, fluviatiles et terrestres avec la couche de cendre et de scories du premier; mais il nous reste beaucoup d'incertitude relativement à la coordination des détails donnés par les deux voyageurs. Quant au calcaire des steppes que M. Dubois nomme *calcaire de Kertch*, il forme une falaise continue bornant la dépression des marnes blanches et parallèle à l'escarpement des calcaires à Nummulites.

(1) Dubois, *Voyage autour du Caucase*, vol. V, p. 91.
(2) *Ibid.*, p. 386.

Dans la Chersonèse héracléotique, dit ailleurs le même géologue (1), des couches de cendres grises et de scories avec des coquilles marines reposent sur les marnes blanches. Des lits de poudingues à petits éléments y sont subordonnés, et au-dessus viennent d'autres dépôts d'origine volcanique constituant un tuf ponceux, celluleux et irrégulier, qui renferme aussi des coquilles marines. Ces couches, dont l'épaisseur totale varie de 20 à 30 mètres, sont très développées autour de Sévastopol; elles s'étendent jusqu'au centre de la Crimée, et, vers Simphéropol, les coquilles fluviatiles et terrestres se mêlent aux coquilles marines qui se montrent seules lorsqu'on se rapproche de la côte actuelle. L'auteur pense que le volcan d'où proviennent ces débris était en dehors des limites de la Chersonèse d'aujourd'hui et à une certaine distance au S., car aucune trace de coulée ne paraît sur la côte. Le volcan devait être sous-marin, et les phénomènes ignés ont dû se continuer pendant la période tertiaire supérieure, puisqu'aux environs de Sévastopol tout le calcaire des steppes paraît constituer un tuf volcanique.

Huot attribue l'ouverture du Bosphore Cimmérien à une faille locale (2); M. Dubois (3), au soulèvement de la fin de l'époque quaternaire, qui occasionna aussi la rupture du Bosphore de Thrace, la dépression de la mer d'Azof, etc., et donna en gros à la Crimée et aux basses régions du Caucase leurs formes actuelles. Plus tard, les atterrissements apportés par le Kouban et par les volcans boueux ont comblé les bras de mer qui séparaient les îles, ainsi que plusieurs petits golfes, et, par l'action simultanée de ces deux causes, ce qui était mer se changea en terre ou en un sol mixte dans lequel l'eau, la terre et le feu, luttant pour ainsi d'efforts, marquèrent la topographie de chaque année par de nouvelles métamorphoses.

M. Leplay (4), en s'occupant des dépôts tertiaires des côtes du nord-est de la mer d'Azof, a encore ajouté un nouveau nom, celui de *formation pontique*, aux roches désignées avant lui sous la dénomination de *calcaire des steppes*. Les caractères qu'il leur assigne vers l'embouchure du Don, où ils atteignent dans le voisinage de Novo-Tcherkask une hauteur de 100 mètres au-dessus de la mer,

(1) *Loc. cit.*, vol. VI, p. 122.
(2) *Loc. cit.*, p. 562.
(3) *Loc. cit.*, vol. V.
(4) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. IV, p. 150. Paris, 1842.

diffèrent peu de ceux que nous venons de leur trouver dans la Bessarabie, le gouvernement de Kherson et la Crimée. Il en sépare, comme appartenant à la formation moyenne, le calcaire plus solide, compacte, grenu ou oolithique, blanc ou gris, qui est à la base de la falaise entre Nagaïski et Marioupol, et au pied du promontoire sur lequel est bâti Taganrog. Dans la steppe qui borde la chaîne du Donetz, les strates sont réguliers et n'ont éprouvé aucun dérangement. Dans la falaise de Taganrog, les couches d'eau douce, qui sont des sables avec coquilles lacustres, d'une épaisseur totale de 13 mètres, recouvrent sans aucune discordance les calcaires précédents exclusivement marins, et sont surmontés à leur tour par le dépôt quaternaire avec ossements de mammifères. Le calcaire des steppes manque sur ce point, et ne se retrouve qu'à une certaine distance au N. La coupe de Taganrog qu'a donnée Hommaire de Hell (1) paraît avoir été prise à un endroit de la côte où l'épaisseur des couches lacustres est beaucoup moindre, et où elles ne sont pas recouvertes par les cailloux roulés avec ossements. La superposition du terrain tertiaire à la formation crétacée peut être observée sur la rive droite du Don, au-dessus de l'embouchure du Donetz.

M. Eichwald (2) paraît avoir confondu avec la formation tertiaire supérieure ou des steppes les dépôts que nous avons décrits comme quaternaires, entre la mer Noire et la mer Caspienne, de même que sur le pourtour de cette dernière, dépôts qu'il nomme *formation tertiaire moderne* ou *littorale*. Nous regrettons en outre que ce naturaliste, en discutant les opinions de M. de Verneuil, lui ait fait le reproche mal fondé de n'avoir pas cité d'ossements de cétacés dans cette formation, tandis qu'il y a signalé au contraire des ossements de grands mammifères et d'un *Ziphius*, genre précisément auquel M. Eichwald rapporte les débris dont il parle. Enfin, M. de Verneuil est complétement étranger à l'expédition scientifique exécutée aux frais de M. Demidoff, comme à toute autre semblable.

Aperçus généraux.

On doit à M. L. de Buch (3) le premier essai d'une carte géolo-

---

(1) *Les steppes de la mer Caspienne*, etc. Atlas, pl. I, fig. 3. 1844.

(2) *Notice sur un opuscule de M. Eichwald*, intitulé *le Monde primitif de la Russie*. (Saint-Pétersbourg, 1840. — *Bull. de la Soc. I. des natur. de Moscou*, n° 4, p. 481. 1840.)

(3) *Beitrage zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland*. (*Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. XV, pl. IV. 1841.)

gique de la Russie, et à M. de Helmersen (1) une carte géologique d'ensemble de la Russie d'Europe. Cette esquisse, publiée en 1841, présentait la disposition générale des principales formations qui occupent cette vaste surface. Une explication à l'appui fut publiée par l'auteur avec une reproduction modifiée de sa première esquisse; mais nous ne savons par quel motif il a colorié comme terrain tertiaire l'isthme couvert de détritus granitiques, qui, au nord de Saint-Pétersbourg, sépare le lac Ladoga du golfe de Finlande. Hommaire de Hell a joint à son ouvrage (2) une *carte géologique et statistique de la Russie méridionale*, travail consciencieux, résultat de cinq années de recherches laborieuses et continues. Le terrain quaternaire désigné sous le nom d'*alluvion ancienne* y présente une distribution un peu différente de celle que nous avons indiquée (*antè*, p. 299), l'auteur ayant colorié comme tel, non seulement les sédiments quaternaires des basses steppes, mais encore les dépôts superficiels qui recouvrent le plateau granitique situé entre le Dnieper et le Bug, puis dans les bassins inférieurs du Sereth et du Pruth. Il en sépare cependant, comme plus récents, ce qu'il nomme *alluvions modernes d'eau douce*, les dépôts de sable lacustre de Taganrog et d'autres que l'on suit d'Ackerman à Kahoul, au nord de l'embouchure du Danube, dépôts qui sont sans doute quaternaires, excepté celui de Taganrog, plus ancien que les couches de cailloux roulés avec ossements de mammifères éteints. Enfin, de Hell comprend à la fois sous le nom de *terrain tertiaire supérieur* les formations moyenne et supérieure.

Après ces travaux et plusieurs autres que nous aurons occasion de mentionner, viennent se placer, dans l'ordre de publication, les résultats plus généraux que MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ont déduits de leurs recherches entreprises dès 1840 dans les diverses parties de la Russie. Plusieurs de ces

---

(1) *Uebersichtskarte der Gebirgsformationen im europaischen Russland*, f°. Saint-Pétersbourg. 1841. — *Explication à l'appui d'une carte géologique de la Russie d'Europe*, avec carte. (*Annuaire du Journal des mines de Russie*, p. 376, vol. VIII, 1841, publié en 1844. — A part, *Erlauterungen zu der Uebersichtskarte*, etc. In 8. Saint-Pétersbourg, 1841.

(2) *Les steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale*. 3 vol. in-8, avec atlas in-fol. de cartes, coupes, fossiles tertiaires et secondaires, et vues pittoresques. Paris. 1844.

résultats ont été annoncés au fur et à mesure qu'ils étaient acquis à la science; mais nous les présenterons réunis dans l'analyse du chapitre XIII de leur grand ouvrage (1), et en suivant un ordre géologique.

Formation inférieure.

Les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe* ne doutent pas que les dépôts des bords de la Baltique, rapportés à la formation tertiaire inférieure, ne se prolongent jusqu'à Kief et Butschak sur le Dnieper, puis à l'E. jusqu'aux environs de Simbirsk, pour se continuer le long de la rive droite du Volga inférieur. Du reste, leurs limites sont loin d'être encore bien déterminées (p. 284). On les a reconnus entre la frontière de Prusse et Varsovie; ils passent par Grodno et autour des marais de Pinsk, puis ils s'étendent dans le bassin du Dnieper. Entre Grodno et Kremenetz, M. Eichwald (2) les a décrits comme constituant des argiles plastiques et des sables avec lignite, puis des lits de coquilles d'eau douce, le tout reposant sur la craie blanche et recouvert par des calcaires coquilliers.

Autour de Kief, des argiles, des grès et des sables coquilliers, mentionnés par M. Hoffmann, sont caractérisés par un Cérite voisin du *C. giganteum*, Lam., et par l'*Ostrea callifera*, id. A Butschak M. Dubois (3) a recueilli 32 espèces de coquilles déterminées par M. de Buch (4), et dont le plus grand nombre appartient au terrain tertiaire inférieur de la France et de l'Angleterre. Elles diffèrent d'ailleurs beaucoup de celles des couches si développées dans la Podolie, et particulièrement de celles de Bielazurska, qui sont plus récentes (5). Rien n'est en outre plus distinct sous le rapport pé-

---

(1) *The Geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 281, in-4, avec cartes et coupes. Londres, 1845. — *A second geological Survey*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 728.) — Sir R. I. Murchison, *Address*, etc. *Discours annuel à la Société royale géographique de Londres*. 24 mai 1844. — *Id.*, *ibid.* 1845.

(2) *Natur. Skizze v. Lith., Volhy. und Podolien.* Wilna, 1830.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 83. — *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. VII, p. 311. — *Voyage de Schneider en Volhynie et en Podolie.*

(4) *Bull.*, vol. VII, p. 156. 1836. — *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 360.

(5) Il y a dans le texte (p. 286, ligne 24) « *dont tous* (les lits de coquilles) *correspondent aux formations sub-apennines de Brocchi en Italie;* » ce qui résulte sans doute de quelque confusion dans la terminologie, puisque sur la carte le pays est colorié comme *formation tertiaire moyenne* (*miocene*), et non comme *supérieure* (*pliocene*). De plus, la liste des fossiles cités confirme le rapprochement indiqué par la carte.

trographique que les formations tertiaires placées au nord et au sud du plateau granitique qui sépare la vallée du Bug de celle du Dnieper; et pour les fossiles cette différence est encore plus prononcée. Les couches situées au nord appartiendraient à la formation tertiaire inférieure, et celles du sud ou de la Gallicie, de la Podolie, de la Volhynie, etc., seraient de la *période sub-apennine* ou *de la période moyenne* (1).

Des différences analogues se remarquent entre les zones tertiaires nord et sud, aux extrémités est et ouest de cette grande région. Ainsi, à l'extrémité occidentale, les couches siliceuses et argileuses des plaines de la Pologne ne ressemblent point aux calcaires coquilliers placés au sud de l'axe des roches de transition de Kielce; de même au S.-E., là où cesse le massif granitique, la région carbonifère du Donetz, alignée comme l'axe précédent, sépare les dépôts argileux et sableux du nord des roches essentiellement calcaires de la haute steppe du sud. Ces rapports ne sont d'ailleurs établis que sur un certain ensemble de caractères minéralogiques, aucun fossile propre à le confirmer n'ayant encore été signalé entre le Dnieper et le Volga (2).

Dans une grande partie du gouvernement de Simbirsk, M. Jasikof (3) a trouvé la craie blanche surmontée d'argile siliceuse et de

(1) Il y a dans le texte (p. 286, lig. 36) : « *tandis que celles* (les roches tertiaires) *de la Gallicie, de la Podolie, de la Volhynie, etc. sont de l'âge des régions sub-apennines ou de l'époque tertiaire moyenne.* » L'observation précédente doit aussi être appliquée à ce passage extrait d'une lettre de M. Dubois.

(2) Voyez aussi : Blédé, *Description géologique du gouvernement de Kharkow* (*Annuaire du Journal des mines de Russie*, vol. VIII, p. 18. 1841-1844). — Sosi, *Journal des mines de Russie*, n° 3. 1837. — Blédé, *Sammlung des Petersburg's Berginstituts und handschriftliche Bemerkungen.* L'auteur signale des couches tertiaires près d'Izioum sur le Donetz. — La carte géologique de M. de Helmersen (*Annuaire du Journal des mines de Russie*, vol. VIII, pl. 6) indique dans cette partie de l'Ukraine une distribution du terrain tertiaire différente de celle adoptée sur la carte de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling. — Olivieri, *Observations géologiques sur les gouvernements de Toula, de Moscou, de Riazan et de Nijny-Nowogorod* (*Gornoï Journ.*, 1838, n° 9. — *Arch. f. Wiss. Kunde Russ. de Erman*, vol. IV, p. 435, avec carte. 1845.—Baer et de Helmersen, *Matériaux pour servir à la connaissance de l'empire russe et des pays limitrophes de l'Asie*, vol. V, VI. — *Rapport à l'Acad. de Saint-Pétersbourg.* 27 août 1844).

(3) *Tabliza potschw Simbirskoi Gubernii*, etc. Tableau des roches

grès argileux au-dessus desquels viennent encore des grès et des sables quartzeux, dont l'épaisseur totale est de 50 mètres. Les fossiles sont la *Turritella imbricataria*, Lam., la *Nucula comta*, Gold., la *Turbinolia elliptica*, Al. Brong., le *Pectunculus pulvinatus*, Lam., etc. A Antipofka, près de Saratof sur le Volga inférieur, localité déjà citée par Pallas, on trouve aussi *Cucullœa decussata*, Sow. (1), *Pectunculus brevirostris*, id., *Venericardia planicosta*, Lam., *Calyptrœa trochiformis*, id., *Crassatella sulcata*, id., *Turritella edita*, Sow., etc., et des grès calcaires en forme de concrétions ellipsoïdes, subordonnés à l'argile et au sable, et identiques avec les roches de Bognor (Sussex) dans lesquelles se rencontrent les mêmes coquilles (2). Il est probable en outre qu'une grande partie des grès qui viennent affleurer dans les falaises qui se prolongent au S. par Tzaritzin et Sarepta sont aussi du même âge.

Après avoir comparé les observations de M. Dubois, qui réunit les couches nummulitiques de la Crimée à la craie avec celles de Huot, qui les regarde comme tertiaires, quoique tous deux s'accordent sur les espèces de coquilles qu'on y trouve, de même que sur la concordance des strates nummulitiques et crétacés, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling concluent que les bancs supérieurs du groupe nummulitique sont parallèles aux sables coquilliers d'Antipofka, et que les bancs inférieurs prouvent clairement un passage entre les terrains secondaire et tertiaire (p. 290).

Formation moyenne.

En examinant les couches tertiaires de la période moyenne, nous verrons que des sédiments, semblables à ceux que nous avons mentionnés dans la Gallicie septentrionale (*antè*, p. 869), et contenant les mêmes fossiles, s'étendent sur la Volhynie, la Podolie, etc. M. Dubois (3) avait divisé cette formation en quatre

---

et des fossiles du gouvernement de Simbirsk. In-fol. Saint-Pétersbourg. 1844.

(1) La *C. decussata*, Sow., étant une coquille du grès vert, citée même dans la formation jurassique, il y a probablement ici quelque erreur de détermination. En outre, la *Venericardia planicosta* et la *Crassatella sulcata* sont des espèces de Lamarck et non de Sowerby.

(2) La *Venericardia planicosta* ne paraît pas descendre aussi bas dans la série tertiaire d'Angleterre, où elle caractérise l'horizon des couches de Bracklesham.

(3) *Conchyliologie fossile du plateau volhyni-podolien*. Berlin, 1831. — Voyez aussi : Deshayes, *Liste des fossiles tertiaires de la Podolie russe*, envoyés par M. Andrzejowski (*Bull.*, vol. VI, p. 321.

étages qui sont de bas en haut : 1° Argile et argile plastique; 2° sable marin et grès ; 3° calcaire oolithique avec Cérites ; 4° calcaire avec Serpules, calcaire grossier marin et calcaire lacustre associés par places. Sir Murchison et ses savants collaborateurs regardent ce dernier étage comme appartenant à la période supérieure et devant être séparé des trois autres, qui sont de la formation moyenne.

Les calcaires tertiaires oolithiques de ce pays ressemblent beaucoup à certaines couches de la formation jurassique de France et d'Angleterre, et sont analogues au calcaire tertiaire également oolithique de la Styrie et de la Hongrie, remplis des fossiles qui caractérisent la même formation en Autriche. Ceux de la Bessarabie et de la Russie méridionale n'en sont aussi que les prolongements déposés dans le même temps sous une mer fort étendue. Nous rappellerons cependant qu'il n'y a encore aucun motif pour admettre l'existence d'une communication directe, pendant cette période, entre le bassin du Dnieper et celui du Danube inférieur, d'une part, et la grande dépression qui constitue le bassin moyen et supérieur de ce dernier fleuve, de l'autre. Dans la Styrie et la Hongrie, ces dépôts ont été dérangés par des phénomènes ignés, et ils y ont une épaisseur considérable ; mais en Russie il est difficile de juger de leur puissance d'après les escarpements de quelques rivières (p. 295). Le gypse des bords du Dniester en Podolie recouvre les couches tertiaires qui reposent à leur tour sur les roches de transition, et les

---

1835). — Baumer, *Observations minéralogiques sur la Podolie et la Moldavie* (*Schrift d. in Saint-Petersburg Ges. Russ. Ges. f. d. Miner.*, vol. I, p. 163. 1842). — A. Schneider, *Observations géologiques pendant un voyage à Varsovie, à travers la Lithuanie, la Volhynie et la Podolie.* (*Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. VII, p. 311. 1834.) L'opinion de l'auteur qui place les dépôts salifères et pétrolifères à la base du système des Carpathes est complétement erronée. Il donne aussi une liste de fossiles tertiaires d'Holozubin, dont les déterminations spécifiques laissent à désirer. — Eichwald, *Sur les différences du* Dinotherium *de Podolie avec le* D. giganteum *de Kaup.* (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 43. — *Bull. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg*, vol. IV, p. 257. 1838.) — *Verzeichniss eines Theils*, etc. Liste des fossiles des montagnes tertiaires de la Podolie et de la Bessarabie. (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 542.) — Pusch, *Restes de batraciens et d'ophidiens dans le sol tertiaire de la Podolie* (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 179.) — *Sur la vertèbre de* Coluber podolicus (*C. tropidatus?*), *et des os de Grenouille du terrain tertiaire de Podolie*, par H. de Meyer. (*Ibid.*, 1844, p. 164.)

auteurs le rapportent, non à la craie, comme MM. Blœde et Pusch, mais à l'horizon du sel de Wieliczka et du gypse de Sicile, qui seraient aussi de la période moyenne. On a vu précédemment que les gypses de Sicile devaient être placés un peu plus haut dans la série. Quoi qu'il en soit, tout ce système paraît être inférieur au calcaire des steppes tel que nous l'avons considéré jusqu'à présent.

Formation supérieure.

Nous avons dit que la formation tertiaire supérieure de l'Europe orientale comprenait particulièrement ce calcaire des steppes, expression à laquelle on a voulu substituer encore celle de *calcaire aralo-caspien*, que nous n'adopterons pas plus que les dénominations synonymes de *calcaire d'Odessa* (Huot), de *calcaire de Kertch* (Dubois) et de *calcaire pontique* (Leplay). Ce calcaire diffère sensiblement du précédent; il s'est développé sur une immense étendue et ne présente aucune analogie avec les dépôts tertiaires de l'Ouest. La plupart de ses coquilles sont semblables à celles de la mer Caspienne actuelle, qui, à l'exception d'une espèce douteuse de *Rissoa*, sont des univalves d'eau douce, associées à des formes de *Cardium* et de *Mytilus*, communes aux eaux salées et aux eaux saumâtres. Ce caractère de la faune de nos jours s'étend à tous les sédiments tertiaires si développés dans les steppes du sud et du sud-est de l'Europe jusqu'en Asie. Il prouve que, bien avant l'époque historique et même avant l'époque quaternaire, cette vaste région était déjà occupée par une mer intérieure d'eau saumâtre, dont la Caspienne n'est plus qu'un faible reste.

Cette surface s'étendant jusqu'à Khiva comprenait la mer d'Aral, se prolongeait à l'E. dans le pays des Turkomans et des Kirghiz, limitée seulement par les chaînes de l'Hindou-Kho et de la Tartarie chinoise. Au N., au N.-O. et au N.-E., les dépôts de cet âge sont bornés par les affleurements de terrains ancien, secondaire ou tertiaire inférieur, d'Orembourg, de l'Oural, des bords du Volga et du pays des Cosaques du Don, tandis que, le long de la côte septentrionale de la mer d'Azof et des côtes nord et ouest de la mer Noire, ils reposent çà et là sur la formation tertiaire moyenne. Des couches contemporaines occupent le pied septentrional du Caucase et une grande partie de l'isthme qui sépare la mer Noire de la Caspienne. Le plateau d'Alexandrof, qui marque la ligne de partage des eaux du Kouban se rendant à la mer Noire et de celles de la Kouma qui se jettent dans la Caspienne, est formé par le calcaire des steppes. La ville de Stavropol est bâtie sur ce plateau, dont le calcaire coquillier

se continue jusqu'à Ratchévatka (1). Enfin, il se montre encore dans le Daghestan, et nous le suivrons tout à l'heure dans les basses régions à l'est de Tiflis, pour le retrouver ensuite sur les côtes méridionales de la Caspienne.

Les principaux caractères physiques de l'espace dont nous venons d'esquisser grossièrement les limites paraissent résulter d'au moins deux mouvements généraux du sol. Le premier aurait soulevé les calcaires des côtes abruptes de la mer Noire, de la mer d'Azof, de la Caspienne et le plateau d'Ust-Urt qui sépare celle-ci de l'Aral. Alors se seraient formés les rivages d'une mer intérieure plus récente, qui, quoique séparée de l'Aral, s'étendait sur la grande steppe au nord d'Astrakhan (2), couvrant aussi la steppe du Caucase, l'isthme de Perécope, et se confondant à l'O. avec la mer Noire et la mer d'Azof actuelles. C'est pendant ce temps qui représente l'époque quaternaire que se sont déposés les sédiments que nous avons décrits (*antè*, p. 299). Le second mouvement a isolé la Caspienne de ces deux mers; et, si l'on se souvient de ce que nous avons dit du Bosphore de Thrace, on sera conduit à admettre que son ouverture date de la même époque, et que la communication s'établit entre la Méditerranée et la mer Noire, qui dès lors cessa d'être un lac d'eau saumâtre. Ces phénomènes auraient immédiatement précédé l'état actuel des choses ou l'époque moderne telle que nous l'avons définie.

Après avoir rappelé l'exemple du lac de Stennis, dans les Orcades, qui était il y a peu de temps encore rempli d'eau salée, et qui est devenu un marais d'eau douce, par des changements dans le relief du sol ou le régime des eaux, et à la suite desquels certains genres marins (*Cardium*, *Mytilus*) ont continué à vivre avec les nouveaux habitants lacustres (Lymnées, Néritines, etc.), tandis que d'autres ont péri, les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe* y trouvent l'explication du mélange de coquilles lacustres et marines observé sur les bords du calcaire des steppes. Ils pensent que

(1) Dubois, *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. V, p. 10.

(2) Wangenheim von Qualen, *Revue des rapports géologiques du gouvernement d'Orembourg* (*Verh. de K. Russ. miner. Ges. zu Saint-Petersburgh*. 1842, p. 40. — *Ibid.*, 1843, p. 1, avec planches. — *Arch. f. Wiss. Kunde Russ.* de *Erman*, vol. III, p. 549, 1843, avec carte et coupes). — Voyez aussi : A. Noeschel et de Helmersen, *Notes géologiques sur les steppes entre les rivières Samara, Volga, Oural et Manytsch.*

l'Atlantique ayant un jour cessé de communiquer avec la dépression aralo-caspienne, par suite d'un soulèvement lent et progressif du fond de la mer, les animaux qui peuplaient cette dépression ont dû se modifier successivement aussi, les eaux devenir de moins en moins salées, et les mollusques d'eau douce s'y développer non loin du rivage.

L'uniformité des fossiles et celle de la composition des roches de cette période ont été attribuées par Huot au dessèchement de nombreux lacs salés, laissés çà et là lors du retrait de l'Océan, tandis que MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling sont convaincus que tous les dépôts aralo-caspiens furent accumulés sous une vaste mer intérieure dont la faune différait autant de celle de l'océan actuel que les animaux de la Nouvelle-Hollande diffèrent aujourd'hui de ceux du reste du globe. Ces géologues rapportent aussi au calcaire des steppes les couches de Novo-Tcherkask, occupant une partie des collines qui s'élèvent à 60 et 110 mètres au-dessus de la mer, entre cette ville et Taganrog. On a vu que les calcaires blancs des collines basses situées au sud du système carbonifère du Donetz, et qui s'étendent ensuite de Marioupol à Odessa pour se prolonger dans la Bessarabie, le long de la côte occidentale de la mer Noire, sont encore du même âge.

En adoptant l'opinion d'abord émise par M. de Verneuil, qui réunissait à la formation des steppes les bancs qui dans les falaises de Taman et Kamouch-Bouroun sont caractérisés par une grande variété de cardiacés (27 espèces) associés à des *Myr[illegible]*, des Lymnées, des Paludines, des Néritines, etc., M. Murchison et ses collaborateurs font voir combien était peu fondée la classification de Huot, qui les associait aux couches sous-jacentes, exclusivement marines et de la période moyenne. Ils combattent également et avec toute raison l'assertion avancée ou reproduite par Huot, que l'*Elephas primigenius* et le *Mastodon angustidens* avaient été trouvés dans ces dépôts tertiaires supérieurs de la Crimée, à Kertch et à Taman. Aucun débris semblable n'a encore été mentionné d'une manière authentique dans les roches tertiaires de la Russie, même dans celles de la dernière formation (1).

(1) Peut-être ces ossements appartiendraient-ils à l'animal dont on a trouvé des restes dans la couche coquillière avec fer oxydé et phosphate de l'île de Taman, animal que M. Rathke a cru être un Balénoptère qui se rapprocherait des Dugongs, et que M. Eichwald

Le genre *Cardium*, ou les formes qui s'en rapprochent le plus, caractérise particulièrement la formation des steppes, comme il est encore aujourd'hui le type dominant dans la faune de la Caspienne. Des 15 espèces de ce genre signalées par M. Eichwald (1), tant à l'état fossile que dans la Caspienne, 7 vivent encore exclusivement dans cette mer, 2 dans la mer Noire, et 2 sont communes aux deux mers. Des 8 espèces trouvées fossiles, 4 sont identiques avec des espèces vivantes, et 4 qui complètent le nombre 15 sont éteintes, mais très voisines des types encore existants (2). Ces conclusions, déduites d'un seul genre, considéré dans un espace presque fermé et pendant un laps de temps assez long, confirmeraient les vues biologiques émises par plusieurs naturalistes, et entre autres par M. Philippi (*antè*, p. 815).

Isthme aralo-caspien.

Si nous passons actuellement sur la côte orientale de la Caspienne, nous trouverons décrit par M. Felkner (3), dans le Kurré, au nord du golfe de Balkhan, un conglomérat de galets calcaires reliés par un ciment de marnes et de grès. En s'élevant dans la série des couches, la marne, puis le grès, se substituent aux roches clastiques. Le grès prédomine vers le sommet des montagnes, près le cap de Koubassinguir. Les conglomérats, souvent au contact des porphyres, sont alors très disloqués. A la base, du cap et sur d'autres points, est un calcaire d'eau douce terreux, à cassure unie, celluleux, blanc et renfermant des coquilles lacustres.

La chaîne des Balkhans, située dans la Turcomanie, à 15 verstes à l'est d'Akhau, se prolonge de l'E. à l'O., ou de Direm-Dag, son point culminant (1109 mètres), parallèlement à celles de Kurré et de Koscha-Sury. Elle se perd au S. dans les steppes, et se termine au N. par une muraille presque verticale de 850 mètres d'élévation. Les roches qui composent le grand Balkhan sont réparties dans trois assises, en allant de bas en haut :

---

propose, quoique avec doute, de placer avec les *Dinotherium*. (*Acad. de Saint-Pétersbourg*, 17 août 1838. — *L'Institut*, 6 juin 1839.) — Voyez aussi : A. de Nordmann, *Sur les gisements d'ossements fossiles de la Russie méridionale et d'autres documents paléontologiques* (*antè*, p. 201, *nota*).

(1) *Zoologia caspia caucasia.*

(2) *Alte Geographie der Kaspischen Meeres, des Kaukasus und des Südlichen Russlands*. 2 vol. in-8. Stuttgardt, 1834-1836. Berlin, 1838.

(3) *Annuaire du Journal des mines de Russie*, vol. V, p. 143. 1838.

1° Un grès qui affleure en couches inclinées. Il est à petit grain, gris, quelquefois bleuâtre avec des reflets verts, à cassure unie et assez dur ; il renferme des lames de gypse et se divise en bancs de 0^m,70 d'épaisseur. L'assise supérieure, dont le ciment argilo-ferrugineux réunit des grains de quartz hyalin, pisiformes, contient des valves de *Cardium*, dont l'espèce vit encore dans la mer Caspienne. L'assise moyenne constitue un grès gris ou brun, coloré par l'oxyde de fer, et le grès inférieur se divise en plaques minces. Des empreintes de plantes phanérogames se montrent entre le conglomérat et les grès. Sur plusieurs points et vers le pied des montagnes, les grès sont recouverts par un conglomérat très récent formé de blocs de calcaire grossier détachés du sommet de la crête.

2° Des marnes compactes gris verdâtre et bleues occupent la partie moyenne de la montagne; leur épaisseur est d'environ 130 mètres.

3° Les sommets du Balkhan sont composés d'un calcaire grossier, sableux, tantôt grenu, tantôt compacte, à cassure inégale et moyennement dur. Les coquilles qu'on y trouve sont remplies de feldspath, et le carbonate de chaux et le sulfate de magnésie sont disséminés dans la roche en grains, en veines et en filons. Celle-ci est divisée par des lits minces de marnes tendres et de grès calcaires. Parmi les fossiles de ces assises, les Huîtres sont les seules que l'auteur ait pu reconnaître.

La direction des couches est parallèle à celle des porphyres, et l'inclinaison est au S. et au S.-O. Le soulèvement de la chaîne paraît dû à la sortie de ces roches ignées, qui ont également soulevé les conglomérats de Kurré et se sont fait jour à Balkoul, Ouorak et dans l'île de Dagad. M. Felkner attribue à cette révolution la déviation du cours de l'Oxus, qui se jetait dans la Caspienne, circonstance que semblent appuyer les traditions locales et la présence de coquilles d'eau douce dans les buttes limoneuses et sablonneuses de l'Atkhani, considéré comme un des bras de l'Amouderja. Les côtes du golfe de Karabougas sont formées, de même que son fond, par des calcaires coquilliers horizontaux et des tufs calcaires.

Pour déterminer ensuite l'ancienneté relative des roches pyrogènes, M. Felkner examine la superposition des couches sur les pentes des montagnes, et fait remarquer que, sur leur versant méridional, les grès, les marnes et le calcaire grossier doivent, d'après les fossiles qu'ils renferment, être rapportés au terrain tertiaire (grand Balkhan). Le conglomérat calcaire et les grès du versant nord (Kurré et Kos-

cha-Sury) sont du même âge. Après le calcaire grossier viennent des dépôts d'alluvion, des marnes, des grès argileux et micacés (Tchochrane dans l'île de Tchéléken), des argiles salifères, des gypses et du sel gemme (golfe de Khiva et île de Tchéléken) ; puis au delà des grès coquilliers, et enfin des dépôts très récents de sable, de sel, etc. (île d'Aidak) (voyez *antè*, vol. I, p. 414, et vol. II, p. 300).

Sur le versant septentrional des montagnes, le grès calcaire paraît être remplacé par un dépôt de sel gemme subordonné à des mollasses ; plus loin, vers le golfe de Karabougas, se montrent le grès coquillier et les conglomérats, et les plages les plus basses sont formées de grès récents et de calcaire marin (golfe de Cancrine). Le calcaire lacustre, en couches horizontales, constitue des lambeaux isolés dans le voisinage des porphyres (Kurré) et sur les porphyres mêmes (île Dagad). Ainsi l'apparition de ces roches ignées a eu lieu entre le dépôt des couches tertiaires qui ont été redressées et ce que l'auteur nomme *la formation diluvienne*. Cette dernière, qui comprend des mollasses, du sel gemme et des calcaires d'eau douce, paraît cependant représenter plutôt la formation tertiaire supérieure que le terrain quaternaire. C'est ainsi qu'en ont jugé les auteurs de la *Géologie de la Russie*, qui ont aussi rapporté à la formation moyenne le puissant massif des grès sous-jacents, des marnes et des calcaires marins.

Ces savants (1), d'après les fossiles recueillis par M. Basiner (2), ont pu établir que la partie haute du plateau d'Ust-Urt, entre la mer d'Aral et la Caspienne, était du même âge que les couches tertiaires moyennes les plus élevées de la Podolie, de la Bessarabie et de Taganrog. Ce plateau, qui bordait la côte occidentale de la mer d'Aral a dû former une île dans la grande Méditerranée aralo-caspienne. Le calcaire des steppes, en circonscrivant ensuite cette île de toutes parts, a contribué à former l'isthme qui sépare aujourd'hui ces deux mers intérieures. Suivant Alexandre Burnes (3), ce même calcaire se prolongerait jusqu'au bord du haut plateau de Pamir, vers l'E., et vers le S., jusqu'au pied des contre-forts occidentaux de l'Hindou-Kho ; car ce voyageur décrit la plaine du Turkestan, qu'arrose l'Oxus,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 325.

(2) *Observations autour du lac Aral et sur le plateau d'Ust-Urt.* (*Monats. ub. d. Verh. d. Ges. f. Erdk. in Berlin*, vol I, p. 249. 1844.)

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 494.

comme occupée par des calcaires jaunâtres, tendres, avec des argiles, du gravier, du sable, et çà et là des sources salées et des dépôts de sel. Nous ferons remarquer cependant que cette partie de la carte de la *Géologie de la Russie* est coloriée comme quaternaire (*pleistocene*).

Le plateau d'Ust-Urt, souvent élevé de plus de 300 mètres au-dessus de la Caspienne, n'a présenté à M. J. Abbott que 3 coquilles qui se trouvent aujourd'hui dans cette mer, et ce voyageur fait observer que si cette immense masse de calcaire coquillier s'était formée sous les eaux de l'Océan, elle renfermerait certainement un plus grand nombre d'espèces. Du reste, les altitudes comparées de ces dépôts pris sur divers points montrent qu'ils ont été élevés à des niveaux très différents dans les collines des Cosaques du Don, sur les côtes occidentales de la Caspienne et dans le plateau d'Ust-Urt; et tandis que la Caspienne et les steppes adjacentes sont *au-dessous* du niveau de l'Océan, la mer d'Aral se trouve *au-dessus* de ce même niveau (1).

SUPPLÉMENT AU TERRAIN QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE DE L'OURAL.

Antè, chap. VII, p. 301 (2).

G. ROSE. — *Sur les gîtes originaires probables des diamants de l'Oural et sur les rapports géologiques de ceux du Brésil et des Indes orientales.* (*Reise nach dem Ural*, vol. I, p. 370. — *Neu. Jahrb.*, 1839, p. 568.)

---

(1) Voyez aussi : Muravief, *Voyage en Turkomanie.* — Conolly, *Journey to the north of India*, etc. Voyage au nord de l'Inde à travers la Russie, la Perse et l'Afghanistan. Londres, 1834. — Kovalevski et Guerngross, *Journal des mines de Russie*, 1840, n° 12. — Sosi, *ibid.*, n° 3. 1836. — Wölkner, *ibid.*, n° 1. 1838. — G. de Helmersen, *Ueber die geognostische Beschaffenheit des Ust-Urt*, etc. Sur la constitution géognostique de l'Ust-Urt, et principalement de son versant oriental du côté de l'Aral. (*Classe de physique et de mathématiques de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, vol. IV, p. 73. 1844.) — Zimmermann, *Carte de l'Asie centrale*, f°, représentant le pays compris entre l'Aral et la Caspienne. — Baer et de Helmersen, *Matériaux pour servir à la connaissance de l'empire russe et des pays limitrophes d'Asie*, vol. II. — *Rapport à l'Académie de Saint-Pétersbourg.* 27 août 1841.

(2) Ces indications ayant été omises au terrain quaternaire, nous les rétablissons ici, faute d'une place plus convenable.

— *Les gîtes de platine de Nisjny-Taguilsk.* (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XXXI, p. 673.) Le sable platinifère y repose sur la chlorite schisteuse ou la serpentine, et il en contient des fragments ainsi que du fer chromé. Le fer hydraté, provenant de la décomposition des pyrites, ne s'y trouve point, quoiqu'il accompagne souvent les sables aurifères.

KOSITSKY. — *Sur le platine de l'Oural.* (*Verh. d. K. Russ. mineralog. Ges. in Saint-Petersburg*, 1844, p. 165.) La pépite d'or que nous avons mentionnée (*antè*, p. 305, *nota*) présentait, sur une partie de sa surface, quelques formes régulières d'octaèdre et de dodécaèdre rhomboïdal, ainsi que des empreintes de cristaux de quartz. Le reste avait l'aspect d'une masse fondue qui s'est refroidie rapidement. (*Ibid.*, 1843.)

AMOSOF.— *Sur le sable aurifère de l'Oural.* (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XLI, p. 202.)

R. HERMANN. —*Étain natif dans les alluvions aurifères de Miask.* (*Journ. für prakt. Chem.* de *Erdman*, vol. XXIII, p. 300, 1844.)

H. DE STRUVE. — *Découverte d'étain oxydé alluvial sur les bords du lac Ladoga, dans le gouvernement de Wiborg.* (*Neu. Jahrb.*, 1834, p. 398.) Ce sont les deux seules indications que nous connaissions de ce métal en Russie, et il est probable qu'elles n'ont qu'un intérêt purement minéralogique.

DE HUMBOLDT, EHRENBERG ET G. ROSE. — *Reisen nach dem Ural*, etc. (*Voyage à l'Oural, à l'Altaï et à la mer Caspienne en* 1829.) Le rapport historique et la partie minéralogique sont de M. G. Rose. — Vol. I. *Voyage à l'Oural et à l'Altaï septentrional;* in-8°, avec 9 planches et carte coloriée. Berlin, 1837. — Vol. II. *Voyage à l'Oural méridional et à la mer Caspienne. Tableau des minéraux et des roches de l'Oural;* in-8°, avec 6 planches et carte coloriée. Berlin, 1842.

EICHWALD. — *Sur les alluvions métallifères, et en particulier sur les alluvions aurifères de l'Oural, ainsi que sur leurs restes organiques.* (*Beitrag z. Kenntn. de Russ. Reich.*, vol. VIII, p. 157, 1843. — *Urwelt Russland*, cah. 2). L'auteur cite des os de Mammouth, de Mastodonte, de

Rhinoceros tichorhinus, et de Cheval particulièrement, sur la pente orientale de la chaîne. L'association du Mastodonte avec les autres mammifères, ainsi que l'existence des roches polies et striées, etc., dans l'Oural, sont des assertions qui semblent encore mériter confirmation.

MURCHISON. — *Produits aurifères de la Sibérie. Discours annuel à la Société royale géographique de Londres en 1844. — The Geology of Russia in Europe*, p. 648.

Asie orientale. EHRENBERG. — Dans une note sur deux gisements d'infusoires, l'auteur signale à Bargusina, dans le gouvernement d'Irkutzk, une roche, tendre, bleu foncé, composée de phosphate de fer et qui renferme 41 espèces d'infusoires polygastriques et une espèce de polythalame. C'est un dépôt d'eau douce ou d'eau saumâtre. (*Académie de Berlin*, 6 février 1843. — *L'Institut*, 5 octobre 1843.)

APPENDICE PALÉOPHYTOLOGIQUE (1).

Nous avons déjà cité diverses observations de botanique fossile qui se rapportaient aux couches et aux bassins tertiaires que nous avons étudiés en Europe, mais il nous reste encore à mentionner quelques travaux plus étendus dans lesquels la paléophytologie de cette époque a été traitée, soit incidemment, soit d'une manière spéciale.

La *Flore fossile de la Grande-Bretagne* (2), due à MM. J. Lindley et W. Hutton, renferme la description de quelques espèces tertiaires de l'est et du sud de l'Angleterre; M. J. Morris les a réunies toutes dans son *Catalogue systématique des plantes fossiles* du même pays (3). On a vu (*antè*, p. 128) à quel genre de considérations avait été amené M. Ed. Forbes, en recherchant l'origine de la flore actuelle des îles Britanniques.

(1) La botanique fossile n'ayant pas encore reçu de nom particulier comme la zoologie fossile, nous avons pensé que celui de *paléophytologie* exprimerait d'une manière convenable cette partie de la science des végétaux.

(2) *The fossile Flora of Great-Britain*. 3 vol. in-8, avec planches. Londres, 1831-1837.

(3) *Magaz. of nat. History*, vol. III, p. 452 et 543. 1839. — Vol. IV, p. 75 et 179.

Des feuilles de végétaux dicotylédones, découvertes dans les couches lacustres d'Arnissan, près de Narbonne (Aude), ont été décrites par M. Marcel de Serres (1). M. A.-J. Corda (2), dans son magnifique ouvrage a fait connaître aussi quelques espèces nouvelles. D'après M. Link (3), les lignites tertiaires doivent être attribués, les uns à d'anciennes tourbières, les autres à des accumulations de bois dicotylédones ou de conifères.

Avec l'époque tertiaire, dit M. Ad. Brongniart (4), s'opèrent dans les corps organisés des modifications plus remarquables qu'à aucune des époques précédentes. Les mammifères paraissent en même temps que les plantes dicotylédones. Ces dernières, dont on trouve à peine des traces dans les dépôts secondaires les moins anciens, dominent alors les autres classes du règne végétal, soit par le nombre et la variété des espèces, soit par la grandeur des individus. On n'y remarque aucun indice de cette végétation singulière qui caractérise les forêts primitives de la période houillère, et l'on n'y rencontre même que rarement quelques fragments de plantes analogues à celles qui vivent actuellement entre les tropiques. Les différences qui existent entre les végétaux tertiaires et ceux de nos jours semblent indiquer que l'Europe jouissait alors d'une température plus élevée qu'aujourd'hui.

En comparant le tableau qu'offrait la surface de la terre pendant la période houillère avec celui de l'époque tertiaire, on voit, poursuit le savant botaniste, que pendant celle-ci des continents assez étendus, des montagnes déjà très élevées, déterminaient des climats très variés et favorisaient la diversité des êtres. « Aux conifères à » feuilles étroites, dures, d'un vert sombre, se joignaient les Bou- » leaux, les Peupliers, les Noyers et les Érables au feuillage large » et d'un beau vert; à l'ombre de ces arbres, sur les bords des » eaux ou à leur surface, croissaient des plantes herbacées ana- » logues à celles qui encore actuellement embellissent nos cam- » pagnes par la diversité de leurs formes et de leurs couleurs, et

(1) *Acad. de Montpellier*, 22 nov. 1847. — *L'Institut*, 9 févr. 1848.

(2) *Beitrage zur Flora der Vorwelt.* In-4, avec 60 pl. Prague. 1845.

(3) *Acad. de Berlin*, 26 juillet 1838. — *L'Institut*, 6 fév. 1839.

(4) *Compt. rend.*, vol. V, p. 403. 1837. — Voyez aussi : *l'Institut*, n° 714. — *Edinb. new. phil. Journ.* Janv. 1848. — *Amer. Jour.* 2ᵉ sér., vol. VI, p. 120. 1848.



» que leur variété même rendait propres à satisfaire les goûts si
» différents d'une infinité d'animaux de toutes les classes.

» Dans les premiers temps de la création des êtres organisés, au
» contraire, la surface terrestre, partagée sans doute en une infinité
» d'îles basses et d'un climat très uniforme, était, il est vrai, cou-
» verte d'immenses végétaux ; mais ces arbres peu différents les uns
» des autres par leur aspect, par la teinte de leur feuillage, dé-
» pourvus de fleurs et de fruits, aux couleurs brillantes qui parent
» si bien plusieurs de nos grands arbres, devaient imprimer à la
» végétation une monotonie que n'interrompaient même pas ces
» petites plantes herbacées qui, par l'élégance de leurs fleurs, font
» l'ornement de nos bois.

» Ajoutez à cela que pas un mammifère, pas un oiseau, qu'aucun
» animal, en un mot, ne venait animer ces épaisses forêts, et l'on
» pourra se faire une idée assez juste de cette nature primitive,
» sombre, triste et silencieuse, mais en même temps si imposante
» par sa grandeur et par le rôle qu'elle a joué dans l'histoire du
» globe. »

Dans son mémoire sur les fougères fossiles, M. Goeppert (1) ne signale dans le terrain tertiaire que deux espèces de cette famille, appartenant à deux genres distincts (2). Elles ont d'ailleurs, comme celles des formations secondaires et plus anciennes, la plus grande analogie avec les fougères des tropiques de nos jours, mais non avec celles des régions tempérées et froides. D'après le même naturaliste (3), sur les 1,792 espèces de plantes connues à l'état fossile, 454 appartiennent au terrain tertiaire et sont réparties dans 66 familles.

On doit aussi à M. Goeppert (4) des recherches intéressantes sur la formation artificielle du lignite, et il a obtenu par la voie humide, après une année d'expériences, la transformation complète de végétaux en lignite.

Les travaux de M. Unger, ainsi qu'on a pu en juger par les indi-

---

(1) *Acad. Leop. Car. nat. cur.*, etc. Addition au résumé de 1835. — *L'Institut*, 4 mai 1836.

(2) On connaît aujourd'hui plus de dix espèces de Fougères fossiles dans le terrain tertiaire.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 566. 1845. — *Tableau des plantes fossiles* (*Rep. 15th Meet. brit. Assoc. at Cambridge*, 1845 (Londres, 1846), p. 48.

(4) *Rep. 17th Meet. brit. Assoc. at Oxford*, 1847 (Londres, 1848), p. 66.

cations précédentes, avaient déjà ajouté beaucoup de faits nouveaux à ce que l'on connaissait des végétaux fossiles de l'époque tertiaire, lorsque ce botaniste a présenté, dans l'Introduction de sa *Chloris protogæa* (1), un tableau complet de l'état actuel de la science sur la flore de chaque époque géologique. Dans le coup d'œil général de la flore tertiaire, il considère celle-ci par rapport aux trois formations inférieure, moyenne et supérieure, et il indique les genres et les familles qui y prédominent, puis il donne une énumération systématique de plantes fossiles, depuis les conferves jusqu'aux légumineuses, énumération à laquelle est jointe une assez longue liste de plantes de classe incertaine. A chaque espèce de cette récapitulation générale de la paléophytologie, le gisement a été indiqué avec soin, et ces mêmes espèces sont ensuite disposées et réunies suivant un ordre géologique ou stratigraphique, depuis le terrain de transition jusqu'au terrain tertiaire. Enfin, un dernier tableau est consacré à la réunion des espèces par famille, avec leur distribution dans chaque formation. Le nombre absolu des espèces connues est, suivant M. Unger, de 1648, dont 541 appartiennent au terrain tertiaire. Sur ce dernier nombre, 151 espèces sont de la formation tertiaire inférieure, 355 de la formation moyenne, et 88 de la supérieure. Plusieurs espèces sont citées à la fois dans ces diverses formations.

Dans sa *Thèse de botanique sur les transformations de la flore de l'Europe centrale pendant la période tertiaire* (2), M. V. Raulin a fait remarquer que ces espèces occupaient alors des espaces plus restreints que dans les périodes antérieures, que chaque bassin possède beaucoup de végétaux qui lui sont propres, et que le nombre des espèces communes à plusieurs dépôts contemporains est assez faible, lors même que ceux-ci sont peu éloignés les uns des autres. Cette analogie avec ce que l'on observe dans la végétation actuelle résulte sans doute de la configuration générale des terres qui se rapprochait aussi de celles de nos jours.

L'auteur, tout en appréciant l'incertitude des résultats et les difficultés de ce genre de recherches, a signalé quelques erreurs commises par M. Unger dans les chiffres précédents en ne rapportant pas toujours les dépôts aux formations auxquelles ils appartiennent réelle-

(1) *Chloris protogæa Beitrage zur Flora der Vorwelt.* In-4, avec 50 pl. Leipsick, 1847. — *Sinopsis plantarum fossilium.* 1845.
(2) In-4. Bordeaux, 1848.

ment, et il a essayé d'obtenir une répartition plus exacte. Pour cela il a dressé d'abord un tableau des espèces communes à plusieurs localités et à plusieurs des trois formations tertiaires; puis, faisant abstraction des espèces dont la famille n'a pu être encore déterminée et de celles qui sont douteuses, il réduit à 492, au lieu de 600 et plus, mentionnées et décrites, les plantes qu'il distribue d'après leur gisement dans les trois formations, mais avec des proportions très différentes de celles qu'avait trouvées M. Unger.

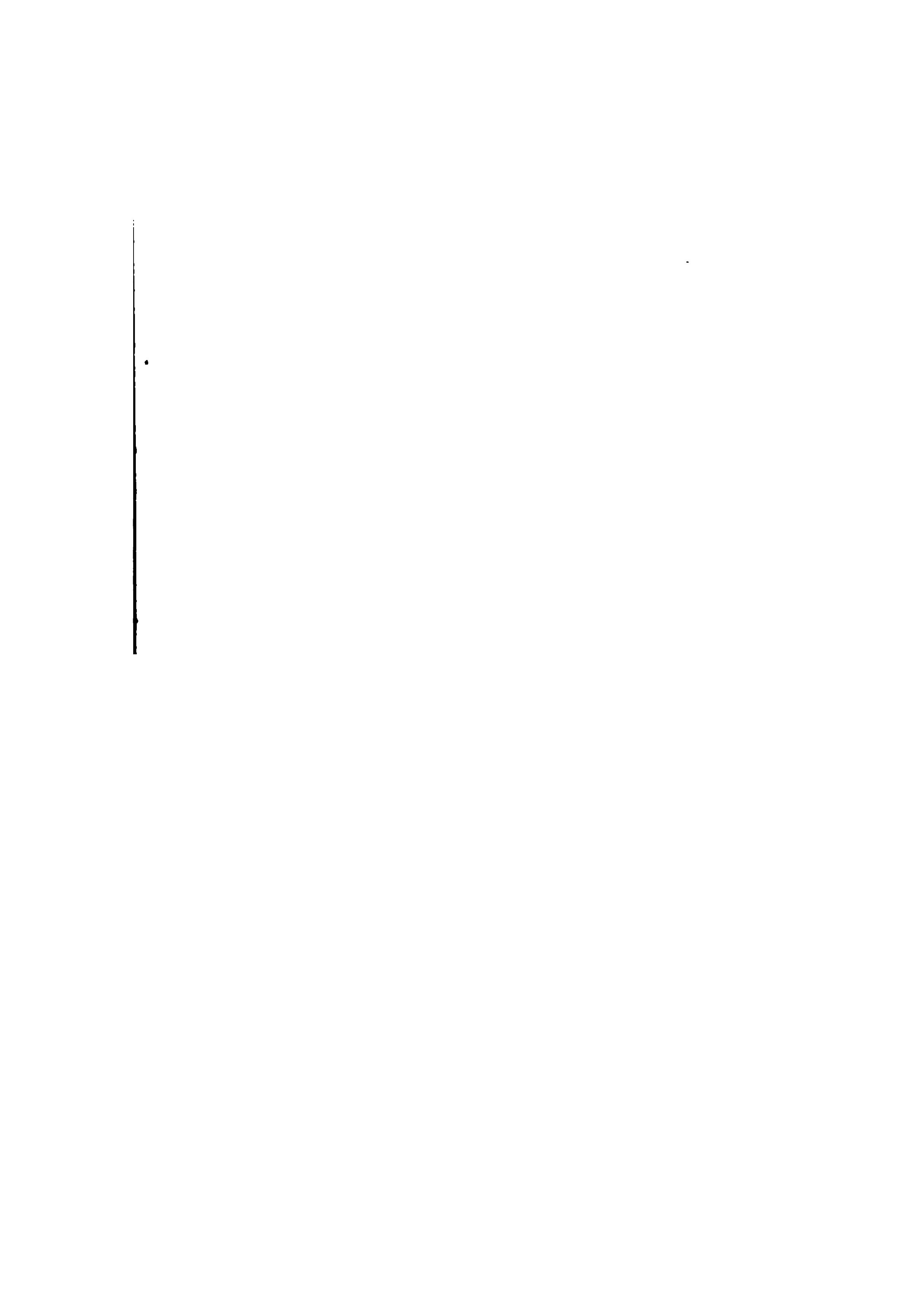
(P. 56.) La flore de la formation inférieure, continue M. Raulin, se compose de 127 espèces, dont 115 appartiennent aux Algues, Characées, Nipacées, Palmiers, Naïades, Malvacées, Sapindacées, Protéacées, Papilionacées et Cupressinées. La flore moyenne, sur 113 espèces, en comprend 79 réparties parmi les Algues, Palmiers, Naïades, Apocynées, Acérinées, Platanées, Laurinées, Papilionacées, Quercinées, Myricées et Abiétinées. La flore supérieure, enfin, est composée, sur 259 espèces, de 222 appartenant aux Algues, Champignons, Mousses, Fougères, Palmiers, Éricacées, Élicinées, Acérinées, Celtidées, Rhamnées, Papilionacées, Juglandées, Salicinées, Quercinées, Bétulinées, Taxinées, Cupressinées et Abiétinées.

« Chacune de ces trois flores, dit l'auteur en terminant, était donc » caractérisée par des végétaux particuliers. Si maintenant on cherche » à l'aide du second tableau dans quelles régions se trouvent les con- » génères des espèces de chacune de ces flores, on arrive aux résul- » tats suivants : Les espèces de la formation inférieure se rapportent » à des genres appartenant aujourd'hui aux régions intertropicales, y » compris l'Inde et les îles asiatiques, et à l'Australie; quelques uns » sont particuliers à la région méditerranéenne. Les végétaux aquati- » ques, qui forment près du tiers de cette flore, sont des genres » propres maintenant aux régions tempérées de l'Europe et de l'Amé- » rique septentrionale, ou bien se retrouvent partout. Les espèces » de la formation moyenne appartiennent à des genres dont plusieurs » se trouvent dans l'Inde, l'Amérique tropicale et les autres régions » intertropicales, mais dont la plupart habitent les régions subtro- » picales et tempérées, y compris les États-Unis; quelques genres » sont même propres aux régions tempérées. Les genres aquati- » ques, peu nombreux en espèces, se trouvent partout, ou bien » seulement dans les régions tempérées. Les espèces de la forma- » tion supérieure se rapportent à des genres qui habitent presque » toutes les régions tempérées, soit de l'ancien continent, soit des

» États-Unis ; quelques uns seulement sont des genres vivant dans
» l'Inde, le Japon ou le nord de l'Afrique.

» Nous avons cherché si, dans chacune des formations ter-
» tiaires, il serait possible de trouver des indices de plusieurs cli-
» mats en Europe au même moment ; mais nous n'avons pu arriver
» à aucun résultat en comparant les dépôts du Nord avec ceux du
» Midi. Les Phœnicoïdées, cette famille si caractéristique des ré-
» gions chaudes, offrent dans la période inférieure jusqu'à 13 es-
» pèces à Sheppey et 4 dans le bassin de Paris, tandis qu'elles ne
» sont pas représentées en Italie. Dans la formation moyenne, le
» nord de l'Allemagne possède 3 Palmiers et la Bohême 5, tandis
» qu'une seule espèce vivait en Grèce comme à présent. L'Europe
» était probablement partagée déjà en plusieurs climats ; mais l'é-
» tude des végétaux fossiles n'est pas encore assez avancée pour
» permettre d'en constater l'existence.

» Ces flores diverses, qui présentèrent successivement les ca-
» ractères de celles des régions intertropicales, subtropicales et
» tempérées, indiquent bien clairement que l'Europe centrale,
» depuis le commencement de l'époque tertiaire, a été soumise,
» pendant la succession des temps, à l'influence de ces trois tempé-
» ratures diverses. Nous n'avons pu non plus, par l'examen com-
» paratif des flores successives, arriver à reconnaître que la sur-
» face de l'Europe eût passé, pendant l'époque tertiaire, par des
» alternatives de chaud et de froid. Tout semble, au contraire,
» annoncer que le climat est devenu graduellement de plus en plus
» tempéré. »



CHAPITRE XII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'ASIE.

§ 1. Asie occidentale.

Ile de Rhodes.

D'après M. W.-J. Hamilton (1), les dépôts tertiaires de la partie septentrionale de l'île de Rhodes sont des calcaires coquilliers, des grès et des conglomérats formant une bande de collines, de largeur variable, dirigée de l'E. à l'O. A l'extrémité nord-est de l'île, il y a des tufs calcaires, jaunes, concrétionnés, avec des lits de sable et de gravier presque horizontaux et remplis de coquilles, parmi lesquelles dominent les *Pecten*, les *Cardium* et les *Venus*. Ces dépôts, qui atteignent une élévation de 70 à 100 mètres, forment par places des terrasses suspendues couronnant les pentes abruptes des roches plus anciennes (2).

L'île de Rhodes, dit M. Spratt (3), est formée de micaschistes, d'argile schisteuse, de calcaires, de trachytes et de roches basaltiques, puis de dépôts considérables antérieurs et postérieurs à l'ère volcanique, enfin de couches tertiaires fort étendues. Les sommets les plus élevés, tels que le mont Attayaro (Atairo, Ham. et Strickl.) qui a 1,200 mètres de hauteur absolue, sont composés de calcaires contemporains des calcaires à Hippurites des environs de Smyrne (*scaglia* de M. Hamilton). Les monts Elias, Agramitti, Archangilo et Lindo sont aussi des masses calcaires qui formaient des îles pendant l'époque tertiaire.

Les couches tertiaires, postérieures aux bouleversements qu'ont occasionnés les roches ignées, sont des sables et des marnes qui oc-

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, n° 70. 1840.—*Bull.*, vol. XII, p. 211. 1841.

(2) W.-J. Hamilton et H.-E. Strickland, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 14. 1841.

(3) *Notice connected*, etc. Notice sur la géologie de l'île de Rhodes. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 773. 1842.) — Voyez aussi : Hitchcock, *Transact. Assoc. Amer. geol.* Boston, 1840-1842, p. 383.

cupent environ un tiers de la surface de l'île, et ont été dénudés en partie. Celles de l'ouest sont marines, et celles de l'est renferment des coquilles d'eau douce. Les fossiles marins abondent particulièrement aux environs d'Archangilo, de Lardose et de Kosknou. Près de la ville de Rhodes, les collines ont une hauteur de 100 mètres, et montrent de haut en bas un conglomérat rempli de *Turbo rugosus*, Linn., une marne feuilletée, souvent fossilifère, un sable grossier avec des Peignes, des Sabots, des échinodermes et des polypiers très nombreux, du sable, de la marne sans fossiles, du sable verdâtre, et enfin du sable brunâtre avec beaucoup de coquilles. Le long de la côte septentrionale, les couches plongent au N. sous un angle considérable, et leur épaisseur est bien plus grande que dans le voisinage même de Rhodes.

Ile de Cos.

L'île de Cos est en grande partie formée de dépôts lacustres, du même âge que ceux des vallées du Xanthus et du Cibyra, sur la côte opposée de l'Asie Mineure, et par conséquent plus récents que les couches marines de la Lycie rapportées à la formation tertiaire moyenne. Recouvertes par d'autres sédiments marins, remplis de fossiles, regardés comme de l'époque quaternaire, aussi bien dans cette île (*antè*, p. 320) que dans celle de Rhodes et en Sicile, ces mêmes couches lacustres et celles de la Lycie pourraient représenter la période tertiaire supérieure. MM. Ed. Forbes (1) et Spratt (2) ont fait en outre des remarques intéressantes dans les trois assises dont se compose cette formation d'eau douce remplie de Paludines, de Néritines, de Mélanopsides, de Mélanies, de Valvées et d'Unio. Dans chaque assise il y a une espèce de Paludine et une espèce de Néritine, et dans chacune des assises inférieures il y a deux espèces de Mélanopsides. Dans chaque genre les espèces de l'assise la plus ancienne sont lisses, celles de l'assise moyenne en partie plissées, et celles de l'assise supérieure très régulièrement costées. On pourrait donc croire que chaque assise a ses espèces propres; mais le peu de temps que le lac a dû mettre à se remplir ne permet guère d'admettre trois renouvellements d'espèces, et les auteurs pensent que ces diverses formes ne constituent pas en réalité des espèces distinctes, mais de simples variétés résultant de métamorphoses graduelles occasionnées par des changements dans le degré de salure.

(1) *Edinb. new phil. Journ.*, n° 84, p. 271. — Ed. Forbes et Spratt, *Travels in Lycia*, etc.

(2) *Rep.* 15th *Meet. brit. Assoc. at Cambridge*, 1845, p. 59.

du lac, ainsi que le prouverait la présence du *Cardium edule* dans les couches les plus élevées de la série.

Ile de Samos.

Une chaîne de montagnes nommée Ampeloni, et dirigée N., S., divise l'île de Samos en deux parties égales. Les sommités atteignent jusqu'à 1,200 mètres d'élévation. Les principaux massifs, réunis par des plateaux de 130 à 260 mètres de hauteur, sont composés de calcaires lacustres semblables à ceux qui bordent le golfe de Smyrne et que l'on retrouve encore dans l'île de Chio (1).

Asie Mineure. Côtes occidentales et méridionales.

Les calcaires forment une nappe qui s'étend à quinze milles au sud de Smyrne, et qui s'appuie, à stratification discordante, contre le calcaire à Hippurites de Tartali et les schistes micacés du Tmolus à l'est; elle est bordée à l'ouest par le mont Corax. Ces calcaires sont blancs ou jaunâtres, et leur texture varie depuis celle des pierres lithographiques jusqu'à celle de la craie tendre. Certains bancs compactes avec des silex noirs et du quartz résinite ressemblent assez aux calcaires secondaires des îles Ioniennes, mais par leurs fossiles ils ont plus d'analogie avec les dépôts d'eau douce du centre de la France. Ainsi que M. H. E. Strickland (2) l'a fréquemment observé, dans le reste de l'Asie Mineure, les bancs calcaires et ceux de marnes passent à un conglomérat, lorsqu'on se rapproche du pied des montagnes. Les fragments de trachyte rencontrés au milieu de ces sédiments d'eau douce prouvent que ces derniers ont continué à se former après l'éruption des roches ignées qui les recouvrent dans le voisinage de Smyrne. Leur stratification est d'ailleurs horizontale, excepté près des trachytes.

Au nord de la ville, à un demi-mille de Bournabat, on rencontre dans les calcaires lacustres des végétaux dont les genres (*Laurus*, *Nerium*, *Olea*, *Salix*, *Quercus* et *Tamarix*) vivent encore dans le pays, mais dont l'identité des espèces n'a pas été déterminée. On y trouve aussi des Cyclades, des Paludines, des Planorbes et des *Cypris*. La coupe faite entre les trachytes bruns porphyriques du sommet de la colline et les marnes blanches et jaunes qui s'étendent jusqu'au fond du torrent montre, sur une hauteur de 10 à 12 mètres, des alternances de conglomérats tufacés et de sables bien

---

(1) Spratt, *Remarks on the geology*, etc. Remarques sur la géologie de l'île de Samos. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 65. 1846.)

(2) *On the Geology*, etc. Sur la géologie des environs de Smyrne. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 395. 1837.)

stratifiés que l'auteur compare à ceux de la colline de Perrier près d'Issoire (Puy-de-Dôme). A ces lits succède un tufa de 3 à 4 mètres d'épaisseur avec des fragments de pumite décomposée, puis 8 à 10 mètres de cailloux roulés provenant des roches sédimentaires environnantes.

M. Strickland résume comme il suit la série des phénomènes qui ont eu lieu autour de Smyrne : 1° Élévation de plusieurs montagnes dont les couches appartiennent à la formation crétacée ; 2° dépôt tranquille et longtemps prolongé de couches lacustres avec des coquilles et des végétaux, dans les dépressions qui séparent ces montagnes ; 3° éruption subite sur deux points de matières ignées qui brisèrent et recouvrirent les dépôts lacustres en desséchant une partie du lac : cette révolution semble avoir été précédée d'une secousse qui aurait étendu les cailloux roulés non volcaniques sur le fond du lac ; 4° interruption brusque du phénomène, démontrée par l'absence d'alternances des produits ignés et sédimentaires ; 5° continuation de ces derniers vers le centre et à l'endroit le plus profond du lac, après la sortie des roches ignées. Des lits de marne y alternent avec des lits de gravier et de cailloux trachytiques ; 6° écoulement du reste des eaux du lac par une ouverture de son bord que le Melès traverse aujourd'hui.

Les fossiles recueillis dans les calcaires sont des espèces très voisines, sinon identiques avec l'*Helix carthusiana*, Mull., *Planorbis alba*, *Lymnœa pereger*, Drap., *Paludina acuta*, Mich., *Cyclas pusilla*, un *Unio*, et une *Cypris*.

M. T. Spratt (1) a étendu les observations qu'il avait faites dans la partie méridionale du golfe de Smyrne aux îles voisines, telles que Mytilène, Adjano, Chio, etc., et il en a conclu qu'un grand lac existait dans la partie orientale de l'Archipel, là où la mer atteint aujourd'hui une profondeur de plusieurs centaines de mètres, et qu'une suite d'éruptions volcaniques s'était fait jour au fond du lac, lorsque les dépôts avaient déjà 160 à 200 mètres d'épaisseur. Ceux-ci furent soulevés, formèrent des chaînes de collines, et les produits ignés donnèrent lieu à d'immenses accumulations autour de chaque centre d'éruption.

Parmi les coquilles de ces dépôts, M. Forbes (2) signale 11 es-

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 373. 1844. — *Quart. Journ.*, *id.*, vol. I, p. 156. 1845.
(2) *Ibid.*, p. 379.

pèces lacustres et une Hélice. Sur ce nombre, 8 se retrouveraient dans les calcaires lacustres du Hampshire et du bassin de la Seine (*Lymnœa longiscata*, Al. Brong., *L. ventricosa*, id., *Planorbis rotundatus*, id., etc.), puis le *Melanopsis buccinoidea*, Fér., qui vit encore dans l'Asie occidentale, le nord de l'Afrique et la partie méridionale de l'Europe. Aussi le savant zoologiste anglais en déduit-il que ces couches sont parallèles au groupe lacustre moyen de l'île de Wight et du nord de la France. Les bassins intérieurs de l'Asie Mineure, de la vallée du Xanthus, des îles de Cos et de Rhodes, paraissent être plus récents, quoique antérieurs aux dépôts marins de la période sub-apennine de l'Asie Mineure et des îles Sporades.

En étudiant aussi les fossiles des sédiments marins de l'époque quaternaire, l'auteur paraît avoir reconnu que les espèces qui n'ont plus aujourd'hui leurs analogues vivantes dans la Méditerranée se retrouvent, pour la plupart, dans les eaux de la mer Rouge, ce qui le porte à penser qu'alors l'isthme de Suez n'existait pas et que la Méditerranée communiquait directement avec la mer Rouge. Depuis l'interruption occasionnée par l'émersion des terres, les conditions d'existence se sont trouvées modifiées au N., dans la Méditerranée, tandis qu'au S. elles sont restées les mêmes, ce qui explique la disparition des espèces, d'une part, et leur persistance, de l'autre (1). Ajoutons encore que ce phénomène paraît être contemporain et du même genre que celui qui a isolé la mer d'Aral de la mer Caspienne, celle-ci de la mer Noire, et mis cette dernière en communication avec la Méditerranée, par la rupture du Bosphore de Thrace. On voit donc, comme nous l'avons déjà indiqué, que sans dislocations bien sensibles, sans aucun de ces bouleversements qui accompagnent la formation des chaînes de montagnes, les caractères physiques de cette portion considérable de l'ancien monde ont pu être profondément modifiés à la fin de l'époque quaternaire par un très faible changement dans le niveau relatif des terres et des eaux.

Les dépôts tertiaires marins sont peu développés dans le nord-ouest de l'Asie Mineure et semblent n'exister que près des côtes. MM. W.-J. Hamilton et H.-E. Strickland (2) ne citent, en effet,

---

(1) Murchison, *Address delivered*, etc. Discours annuel à la Soc. géol. de Londres, 17 fév. 1843. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 65.

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 233. — *Transact.*, *id.*, vol. VI, p. 1. 1841.



que deux localités où ils en aient observé, l'une sur la côte occidentale de la Troade, l'autre, que nous avons déjà mentionnée, le long de la mer de Marmara. Ces dépôts comprennent des marnes et des calcaires en couches horizontales, qui, d'après les fossiles recueillis par Olivier, appartiendraient à la formation tertiaire supérieure. Suivant Fontanier, un grès rempli de Peignes existerait aussi dans l'île de Ténédos.

Les couches lacustres occupent, au contraire, une grande portion de la surface de l'Asie Mineure. Après le soulèvement général des chaînes, il se forma dans les vallées qui les séparaient de nombreux lacs où se déposèrent les sédiments d'eau douce. Plus tard les convulsions volcaniques contribuèrent à ouvrir des issues aux eaux de ces lacs qui se desséchèrent, et les rivières prirent leur cours actuel. MM. Hamilton et Strickland ont ainsi étendu à la partie occidentale de la péninsule l'explication que l'un d'eux avait d'abord appliquée seulement aux environs de Smyrne. Ces accumulations d'eau douce sont en général des marnes calcaires et des calcaires blancs, ayant l'aspect de la craie et renfermant des nodules de silex noirs. Quelquefois la roche est plus compacte, et vers les bords elle devient sableuse. Entre Sevrihissar et Afrom-Karahissar, on remarque des bancs de gypse subordonnés. Les fossiles sont des coquilles lacustres et des végétaux très voisins des espèces qui vivent à présent dans le pays.

Les savants voyageurs que nous venons de nommer ont décrit successivement le bassin lacustre de Mondania, peu étendu, situé entre le mont Olympe et la mer de Marmara, mais dans lequel ils n'ont pas trouvé de fossiles; le bassin de Dundar, qui occupe une vallée sur le côté sud-ouest du Rhyndachus; le bassin d'Harmanjik, limité au N. par les collines schisteuses qui forment le pied du mont Olympe, et au S.-E. par les roches volcaniques d'Eshen. Les calcaires horizontaux renferment, comme ceux du Cantal, une grande quantité de silex noirs en lits et en nodules. Près d'Haidar, une gorge de 200 mètres de profondeur présente de chaque côté une coupe complète de ce dépôt.

Au lieu d'un calcaire pur, on trouve dans le bassin de Tausanli un tuf ou pépérite composé d'éléments quartzeux entourés d'un ciment feldspathique avec amphibole. A quelque distance, la roche devient plus calcaire et contient des fragments de pierres jaspoïdes. Le bassin de Gosuljah est rempli de calcaire ressemblant à la craie blanche d'Angleterre et renfermant aussi des silex noirs dont les formes rap-

pellent tout à fait celles des silex crétacés des îles Britanniques. Les ruines de l'antique Azani, qui sont les mieux conservées de toutes celles de l'Asie Mineure, reposent sur une plaine d'alluvion entourée par des montagnes de micaschiste et de calcaire marbre. Vers le pied de ces dernières, les graviers passent à des calcaires blancs exploités lors de la construction de la ville. Les coquilles qu'on y trouve sont voisines des *Lymnæa longiscata*, Al. Brong., et *fossaria*, de la *Physa hypnorum*, Drap., des *Planorbis corneus*, id., *spirorbis*, Mull., *nitidus*, id., et de la *Paludina similis*, Mich. On y rencontre aussi d'autres Paludines et des Clausilies. La vallée du Macetus, entre Kebsit et Boghaditza, offre des calcaires crayeux également avec silex, et celle de l'Hermus, dans sa partie supérieure, présente le même dépôt resserré entre deux chaînes schisteuses. Le bassin d'Hushak est au contraire fort étendu, entre les branches de la Morad-dagh, les montagnes de Takmak et le Méandre. Les couches lacustres, au midi de la plaine, recouvrent les schistes micacés et argileux et les marbres cristallins du mont Messogis.

Dans le bassin de la Catacécaumène, les calcaires blancs horizontaux passent vers le bas à des tufs volcaniques. Ils ont été fortement dénudés par les eaux de l'Hermus et de ses affluents, et ils forment aujourd'hui de grands plateaux souvent recouverts de nappes basaltiques. Lorsque les tufs manquent, les calcaires d'eau douce reposent sur les grès secondaires. Sur les deux rives de l'Hermus, ils sont très développés, et les plates-formes qu'ils constituent s'élèvent de 230 mètres au-dessus de la rivière. Les lits de silex qu'on y observe ont jusqu'à $0^{m},70$ dépaisseur.

La plus grande partie des dépôts du bassin de Sardis a été entraînée par des dénudations. Une zone de sable et de gravier qui longe le flanc septentrional du Tmolus présente une suite de collines et de ravins qui se détachent de la manière la plus pittoresque sur le fond des hauteurs neigeuses de la montagne. Cette assise se détruit très rapidement, et la célèbre Acropolis de Sardes, qui a pu résister autrefois à toute l'armée des Perses, est réduite aujourd'hui à une simple butte de quelques mètres carrés que peu de temps suffira pour détruire entièrement.

On a vu ci-dessus quels étaient les dépôts des environs de Smyrne, et quant à la vallée inférieure du Méandre, on n'y aperçoit que des accumulations de détritus qui forment une bande de collines appuyées contre les schistes du Messogis. Aucune trace de ces sédiments ne se montre dans la vallée du Cayster, tout à fait isolée par

les chaînes schisteuses du Tmolus et du Messogis, et qui n'a pour issue qu'une gorge étroite ouverte sur la mer à Ephèse. On peut donc penser, ou que cette vallée a été formée très récemment, ou que, si elle est contemporaine des précédentes, l'absence d'une digue pour retenir les eaux a empêché les sédiments lacustres de s'y déposer. Il est probable qu'un examen attentif des ensablements modernes que nous avons signalés (*antè*, vol. I, p. 339) aiderait à résoudre cette question.

Comme ses prédécesseurs, M. P. de Tchihatcheff (1), qui vient de consacrer plusieurs années à l'étude de l'Asie Mineure, y a remarqué la prédominance des dépôts d'eau douce et les caractères exclusivement marins de ceux de la plaine de Troie et du rivage des Dardanelles. Il est difficile de se représenter, dit-il, la variété infinie des trachytes, diorites, dolérites, basaltes, serpentines, mélaphyres, etc., qui attirent à chaque pas l'attention, se mêlent sans aucun ordre, et ont brisé et disloqué tous les strates. La publication des nombreux matériaux qu'a rapportés le savant voyageur, et dont nous avons déjà pu apprécier l'importance, promet de jeter une vive clarté sur la géologie si intéressante de cette contrée.

Dans la Lycie, aux environs de Saaret, d'Antiphellus, de Gendevar-Armoutla et d'Arsa, M. Ed. Forbes (2) a signalé des dépôts marins composés de marnes, d'argiles schisteuses et de conglomérats qui paraissent être tous du même âge, et renferment beaucoup de fossiles. Sur 34 espèces de coquilles, 12 sont identiques avec des espèces des faluns du bassin de la Garonne, ou du moins en sont très voisines, 4 ont leurs analogues dans la formation subapennine et 2 dans les faluns de la Touraine. Ces couches, qui s'élèvent à 740 et 1,828 mètres au-dessus de la mer, semblent appartenir à la période tertiaire moyenne.

Les dépôts lacustres, très développés surtout dans les grandes vallées, sont des marnes et des calcaires blancs souvent recouverts par des conglomérats. Leur puissance est de 90 à 120 mètres. Ils sont horizontaux vers le centre, mais relevés sur les bords. Plus récents que les roches marines précédentes, ils pourraient représenter la période supérieure. On y trouve des fossiles dans les vallées du Xanthus et près de Cibyra. Ce sont des Lymnées (*L.* ou *Adelina*

(1) *Neu. Jahrb.*, 1847. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 12, p. 74 des *Notices*. 1847.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 9. 1845.

elegans, et une autre voisine de la *L. longiscata*, Al. Brong.), des Paludines, des *Unio* et des Planorbes. La grande plaine de la Pamphili est composée de travertins plus récents encore et de l'époque quaternaire, qui se lient probablement à ceux de l'époque actuelle (*antè*, vol. I, p. 481). Ils forment des falaises de 6 à 25 mètres de hauteur et reposent sans doute sur les strates marins.

Les soulèvements de ces derniers indiquent une immense perturbation dans le relief du pays, puisqu'ils atteignent plus de 1,800 mètres de hauteur absolue sur les flancs du Massicytus. De grands lacs leur ont succédé, où, comme on l'a vu, se sont déposés les sédiments d'eau douce pendant un laps de temps très considérable. Enfin plus tard, et jusque dans la période historique, des changements de niveau n'ont pas cessé de se manifester.

Bassin du Kizil-Irmak.

En nous avançant vers l'E., au centre de la péninsule, nous retrouverons les couches lacustres occupant une partie du bassin du Kizil-Irmak (l'Halys des anciens). Au sud d'Akséraï, la vallée est bornée par un dépôt considérable de cette nature. Au nord-ouest de Kodj-Hissar, on en voit quelques lambeaux en stratification transgressive sur des psammites plus ou moins inclinés, ou bien remplissant des dépressions du sol préexistant (1). A trois milles à l'est du même village, le calcaire blanc constitue un plateau horizontal fort élevé. Sur la route de Césarée, les calcaires moins purs, noduleux et concrétionnés, sont adossés au granite. Près de cette ville, ils recouvrent régulièrement les lits de pumite ou de pépérite. Ainsi l'un des caractères les plus remarquables de cette partie centrale de l'Asie Mineure est la présence de dépôts tertiaires et volcaniques à plus de 1,200 mètres d'altitude, et sur une surface qui n'a pas moins de 200 milles de long.

Près de Sevri-Hissar, à l'ouest-sud-ouest d'Angora, quelques lits de la série calcaire sont remplis de Lymnées et de Planorbes, et au nord, sur les bords du fleuve, des amas de gypse semblent être subordonnés à cette formation. Deux lambeaux tertiaires s'observent ensuite, l'un à Tchurum, et l'autre, situé plus au N., est traversé par le fleuve, à Vezir-Kopri.

Depuis les montagnes de Kara-Bel jusqu'à Sivas (Suaz), on parcourt un sol ondulé formé de grès, de marnes et de gypse. Au delà de la ville est un plateau élevé de calcaire lacustre du

(1) Hamilton, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 583. 1840.

milieu duquel s'élance le cône isolé du Yuldus-Dagh (1). Sivas est bâtie sur un travertin, et ses environs sont formés par des masses de gypse, de travertin, de marnes et de calcaires marneux. Au-dessus viennent des calcaires en bancs horizontaux avec Paludines et Cyclades, qui constituent un plateau élevé, de 5 milles de large sur 15 de long, et découpé sur ses bords par de profonds ravins. Les couches gypsifères précédentes ont été rapportées au trias par M. Hamilton; mais leur grande analogie avec celles que nous verrons si développées dans le bassin de l'Euphrate, où elles recouvrent la craie, peut faire douter de l'exactitude de ce rapprochement.

Les vastes dépôts tertiaires du bassin du Kizil-Irmak ont été placés dans la période moyenne; mais nous ne voyons pas non plus par quels motifs. Leurs relations, soit avec les couches lacustres du bassin de Smyrne, regardées comme assez anciennes, soit avec les couches marines soulevées de la Lycie, jugées avec beaucoup de probabilité comme appartenant à la formation moyenne, ou enfin avec les dépôts d'eau douce supérieurs de la vallée du Xanthus et des îles de Cos, de Rhodes, etc., ne paraissent pas avoir été bien établies encore. M. Ed. Forbes semble disposé à les placer dans cette dernière formation; mais ce qui devra faciliter surtout la détermination de leur âge, ce sera la connaissance précise de leur position par rapport aux couches marines du bassin inférieur du Kizil-Irmak. En effet, des calcaires analogues à ceux du grand horizon que nous avons vu caractérisé par le calcaire des steppes forment une sorte de delta qui traverse le fleuve dans la dernière partie de son cours (2) et le promontoire de Sinope situé au N.-O.

Bassin du Rion, ou de la Colchide.

Le bassin de la Colchide, que parcourt le Rion (le Phase des anciens), est rempli de dépôts tertiaires qui s'appuient de toutes parts sur les roches crétacées. La superposition s'observe surtout, dit M. Dubois (3), à l'est de Koutaïs, en montant les hauteurs de Simonetti. Ce sont des argiles feuilletées et des calcaires grossiers oolithiques, remplis de coquilles comparables à celles de Kertch en

(1) W. Ainsworth, *Researches in Assyria*, etc., p. 21.

(2) *Carte Géol. de la Russie d'Europe* dans l'ouvrage intitulé : *The Geology of Russia*, etc., de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling. — Voyez aussi : W. Hamilton et Ainsworth, *Researches in Asia minor, Pontus*, etc., vol. I, p. 158. — *Journ. r. geogr. Soc. of London*, vol. IX, p. 216.

(3) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. III, p. 156. 1840.

Crimée. Les calcaires sont principalement composés de débris d'une petite espèce de *Venus*. Ces dépôts ont été très bouleversés, car certains lambeaux se trouvent aujourd'hui à 600 mètres de hauteur, tandis que d'autres sont restés au fond des vallées. Des filons de porphyre paraissent avoir été les principaux agents de ces bouleversements.

Bassin du Kour, ou de la Géorgie.

Le bassin tertiaire de la Géorgie, qu'arrose dans toute son étendue le Kour (le Cyrus des anciens), est séparé de celui de la Colchide par une crête étroite, dirigée N.-E., S.-O., et composée de roches ignées qui relient le Caucase aux derniers contre-forts septentrionaux du massif de l'Ararat. Dans la partie supérieure de son cours, le fleuve traverse le bassin particulier d'Akhaltzikhé qui appartient à ce développement si remarquable d'amphithéâtres volcaniques de l'Arménie (1). La forteresse d'Akhaltzikhé est bâtie sur des roches volcaniques et porphyriques, souvent entassées pêle-mêle et formant des assises de blocs accumulés et accompagnés de trass verdâtre. On y observe en outre un singulier mélange de roches d'origine ignée et sédimentaire qui rappelle les couches ophiolithiques du Vicentin. Cette ressemblance est encore rendue plus frappante par la présence, dans ces roches hétérogènes, de fossiles dont un certain nombre appartiennent à la formation tertiaire inférieure de l'Europe occidentale (2), d'autres aux formations moyenne et supérieure (3), et dont quelques uns enfin sont nouveaux. Il s'y

---

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. II, p. 286. — *Ann. de Berghaus*, vol. IX, p. 362. 1836.

(2) Ce sont : *Pileopsis elegans*, Desh., *Conus deperditus*, Brug., *Terebellum convolutum*, Lam.? *Rostellaria fissurella*, id., *Ancillaria canalifera*, id., *Turritella imbricataria*, Lam., *Melania costellata*, id., *Trochus agglutinans*, id., *Crassatella tumida*, id., *C. gibbosula*, id., *C. lamellosa*, id., *Arca barbatula*, id., *Cytherea suberycinoides*, Desh., *Cardium porulosum*, Lam., *C. lævigatum* (a).

(3) *Conus antediluvianus*, Brug., *Buccinum mutabile*, Brocc., *an B. obliquatum*, id.? *Delphinula scobina*, Al. Brong., *Ampullaria compressa*, *Clavagella bacularis*, *Panopæa anatina*, Gold., *Venus rotunda*, *Chama crenulata*, Lam., *Pectunculus pilosus*, id., *Tellina lacunosa?* id., *Lucina radula*, id. — Ces fossiles avaient été communiqués dès 1836, par l'auteur, à M. de Buch (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 360), et la liste insérée au *Bulletin* (vol. VII, p. 157, 1836) mentionne encore plusieurs autres espèces.

(a) Cette espèce et les suivantes qui ne portent pas de nom d'auteur nous sont inconnues.

rencontre aussi des Nummulites, dont une, d'après l'auteur, descend en Crimée dans la formation crétacée : c'est la *N. scabra*, Lam., du calcaire grossier du bassin de la Seine.

Sous ces couches coquillières (1) s'étendent régulièrement des bancs épais d'argile feuilletée, sans fossiles, alternant avec des bancs de gypse. Ces argiles bleues ou jaunes remplissent presque à elles seules le bassin. Au nord du Potsko, les assises clastiques ou avec blocs, de même que les couches fossilifères et les argiles, sont redressées sous un angle de 40°. Pour M. Dubois, chaque assise de blocs représenterait une éruption séparée de la suivante par un lit de trass. C'est à des épanchements basaltiques, dont les produits sont encore en place, que le dérangement de tout le système paraît être dû. Au-dessus d'Atskour, les argiles feuilletées précédentes, avec gypse, souvent disloquées par les porphyres, occupent tout le fond de la dépression du Potsko et du Kour, jusque bien au delà d'Akhaltzikhé. Le bassin de Kvirila, à la hauteur de Sarapana, est rempli de mollasse ou grès tertiaire avec un Mélanopside voisin du *M. buccinoidea*, Fér., des Cyclades et d'autres coquilles fluviatiles. Au-dessus règne une puissante assise d'argile feuilletée avec des fragments de silex rouges, de calcaire crayeux, etc. (2).

A l'est de Gori (3), le fond de la vallée du Kour est occupé par la mollasse surmontant des marnes ou glaises schisteuses bariolées de diverses teintes. Ces couches se continuent jusqu'autour du village d'Ouplostsikhé, où elles s'élèvent à 200 et 230 mètres au-dessus du fleuve. C'est dans cette masse puissante de mollasse que l'ancienne ville souterraine d'Ouplostsikhé a été taillée et creusée. Les habitations sont des excavations groupées et disposées en terrasses les unes au-dessus des autres dans des massifs de roche isolés. Les couches et les blocs énormes dans lesquels ces cavités ont été pratiquées sont placés en retraite les uns par rapport aux autres, comme les assises d'une pyramide, formant ainsi une série de gradins gigantesques jusqu'au sommet de la montagne.

---

(1) Dubois, *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. II, p. 289.

(2) A 15 verstes d'Akhaltzikhé, près du village de Sudseli, M. Cartron et M. de Helmersen ont découvert une couche d'animalcules microscopiques, de 5 mètres d'épaisseur et reposant sur une brèche volcanique. La roche ressemble à de la craie blanche ; elle est légère comme de l'écume de mer, et parmi les 29 espèces de corps organisés qu'on y a reconnus, 26 sont des infusoires. (*Acad. de Berlin*, 6 fév. 1843. — *L'Institut*, 6 octobre 1843.)

(3) Dubois, *loc. cit.*, vol. III, p. 192.

A la hauteur de Khidistavi, les strates tertiaires qui resserrent la vallée du Kour sont fortement redressés, ainsi que les schistes noirs et les grès. Ils s'élèvent à 330 mètres au-dessus du fleuve et s'appuient sur la craie dans la vallée de la Tana.

Bassin de l'Aras (Araxes).

Dans les plateaux situés à l'est d'Erzeroum, puis à Kars et Anni, des dépôts tertiaires, qui paraissent être de la période moyenne, ont été soulevés par les trachytes et d'autres roches ignées, jusqu'à 1,700 et 2,000 mètres au-dessus de la mer. Quelques portions de ce pays qui offrent un aspect brûlé, scoriacé et calciné, ainsi que la présence d'une grande quantité d'obsidienne, prouvent que les foyers volcaniques n'y sont éteints que depuis très peu de temps. Le haut des vallées de l'Arpa et de l'Araxes est rempli par des couches tertiaires semblables à celles du fond de l'immense amphithéâtre qui entoure au N. le massif du grand et du petit Ararat, et dont le plateau supérieur est occupé par le bassin du lac Sévang.

M. Dubois (1) a décrit le dépôt salifère de Houlpé à 8 lieues au sud-ouest d'Erivan. On y remarque trois bancs de sel dont le plus inférieur, qui a 8 mètres de puissance, est séparé du suivant par une marne compacte, rouge et bleue. Le second banc, presque aussi épais que le premier, est divisé en lits de $0^m,12$ à $0^m,70$ d'épaisseur, séparés par des argiles bleu verdâtre et gypseuses. Au-dessus viennent de nombreuses couches de glaise et de marnes gypseuses avec des cristaux de sélénite disséminés. Enfin, le troisième banc de sel est encore recouvert de couches gypseuses. Le sel de cette localité paraît avoir été exploité dès la plus haute antiquité. Si l'on se dirige ensuite vers l'Araxes, on voit ce système de couches recouvert par des argiles feuilletées que couronnent des grès et des mollasses rougeâtres.

La partie de la vallée de l'Araxes qui forme le bassin oriental de la grande Arménie (2) est occupée par des collines composées d'argiles feuilletées, rouges, bleues ou verdâtres, renfermant les mines de sel de Nakhtchévan, l'ancienne Naxuana, qui passait pour la première ville bâtie après le déluge. Le sel se présente en amas de 100 mètres de large et se terminant en pointe vers le S., où l'on

---

(1) *Loc. cit.*, vol. III, p. 429.

(2) *Id.*, *ibid.*, vol. IV, p. 7. — Voyez aussi : James Brant, *Voyage à travers une partie de l'Arménie et de l'Asie Mineure; Notes géologiques sur les paschaliks de Kars, de Diarbekir et de Trébisonde.* (*Ann. de Berghaus*, 3e sér., vol. IV, p. 230.)

voit plus que quelques lits minces de gypse avec des efflorescences salines.

(P. 20.) Lorsqu'on descend vers les rapides de l'Araxes, on remarque un grès bariolé de jaune et de rouge, tantôt fin, tantôt grossier, et passant quelquefois à une brèche. Au confluent de l'Alindjatchaï, un massif de ce même grès appartient aux roches calcaires nummulitiques qui représenteraient les couches tertiaires les plus anciennes du nord de la France, de la Gallicie et de la Crimée (1). M. Dubois fait remarquer (p. 43), que les Nummulites ne sont point plates comme celles des formations tertiaires, mais bombées et ressemblant à celles de la craie de France et d'Allemagne, distinction qui ne nous paraît nullement fondée. Quoi qu'il en soit, on leur trouve associés les fossiles suivants, qui établissent un certain rapport avec le bassin d'Akhaltzikhé, situé, comme on vient de le dire, à l'autre extrémité de l'Arménie. Ce sont un *Cerithium* de grande taille, mais plus court que le *C. giganteum*, Lam., *Natica conoidea* (probablement *Neritina* id., Lam.), *Pyrula ficoides*, Lam., *Turritella imbricataria*, Lam., *Trochus* voisin des *T. patulus* et *Conulus*, Linn., *Terebellum* voisin du *T. convolutum*, Lam., *Conus* voisin du *C. convolutus*, *Buccinum*, *Schizaster Dulfensis*, Dub., et *Spatangus depressus*, id. Si l'on tient compte des erreurs de détermination qui paraissent exister dans cette liste de fossiles, où plusieurs espèces vivantes seraient associées à d'autres du terrain tertiaire le plus ancien et à des Nummulites, il paraîtra probable que cette partie inférieure des dépôts tertiaires des deux extrémités de l'Arménie représente le groupe nummulitique tel qu'il existe dans une grande partie de l'Asie Mineure, où il avait été confondu avec la craie, avant les belles recherches de M. P. de Tchihatcheff.

M. Dubois place le soulèvement de la chaîne d'Akhaltzikhé et des Carpathes, avec une partie des flancs du Caucase, à la fin de la période crétacée, sans doute par suite de quelque rapport de direction avec les Pyrénées; mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'il est postérieur au groupe nummulitique, comme dans ces dernières montagnes. Pendant l'époque tertiaire, continue-t-il, la mer Noire et la

---

(1) On a vu que les couches tertiaires inférieures n'existaient point dans ces deux derniers pays, à moins que l'on n'y comprît les couches nummulitiques; or celles de la Crimée ont été précisément rangées dans la craie par M. Dubois.

mer Caspienne communiquaient par un large bras de mer que resserraient l'île du Caucase au S., et le plateau du Don au N. Nous pensons que ceci ne doit s'entendre que des formations tertiaires moyenne et supérieure, et non de l'inférieure. Au midi du Caucase, ajoute l'auteur, il ne paraît pas que la communication ait eu lieu. Deux golfes, celui de la Colchide à l'O., et celui de la Géorgie à l'E., étaient seulement séparés à leur extrémité par l'isthme étroit et porphyrique du Kardakhti qui joint le Caucase à la chaîne d'Akhaltzikhé. Ainsi le Caucase n'était point une île, comme le savant voyageur l'avait dit d'abord, mais bien une presqu'île très allongée de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., pendant les deux dernières formations tertiaires.

Versant méridional du Taurus.

Les dépôts tertiaires, très développés dans la Cilicie, ont été dérangés par l'apparition des roches diallagiques (1). La plaine de Tarse est occupée par une épaisse alluvion. Aux chutes du Cydnus, la rivière est encaissée par des calcaires et des conglomérats tertiaires fort accidentés. Au N.-E. se montrent des collines de marne et de gypse, recouvertes par des brèches; puis vient une seconde chaîne composée de calcaires coralliens, et, vers la base, de marnes vertes ou blanc verdâtre, jaunes et sans fossiles. Une troisième chaîne offre à sa partie supérieure un grès friable avec des Avicules et des Huîtres que l'auteur rapporte à l'*O. gigantea*, Brand. Enfin, une quatrième rangée de collines paraît être formée par des roches crétacées. A Kulé-Boghaz, passage de la route à travers le Taurus, dont on fait remonter l'établissement jusqu'à Sémiramis, et qu'ont certainement suivie Xénophon et Alexandre, on voit une série de couches assez semblable à la précédente.

(P. 299.) Le territoire d'Antioche comprend la plaine d'Umk et la basse vallée de l'Oronte. La plaine d'Umk est en partie recouverte de dépôts lacustres, horizontaux, élevés de 108 mètres au-dessus de la mer et caractérisés par la *Melania costata*, le *Bulimus labrosus*, une Paludine, une Succinée et l'*Helix cariosa*. Ces couches, qui atteignent une épaisseur de 65 mètres, ont été soulevées à diverses hauteurs dans la vallée d'Antioche, et des *Cardium* y sont associés aux coquilles d'eau douce.

A l'O., un dépôt de cailloux roulés recouvre les précédents et

(1) W. Ainsworth : *Researches in Assyria, Babylonia*, etc. Recherches en Assyrie, en Babylonie et en Chaldée, p. 326; in-8. Londres, 1838.



s'étend sur ceux de la vallée de l'Oronte, qui sont des grès grossiers, terreux, friables, alternant avec des lits de cailloux et de marnes sans fossiles. De Séleucia Pieria à l'embouchure de l'Oronte, le district de Swediyah est occupé par des marnes marines et des calcaires dont beaucoup de coquilles (19 espèces) vivent encore dans la Méditerranée, tandis que 5 seulement y sont inconnues; d'autres paraissent éteintes et avoir leurs analogues dans les périodes tertiaire moyenne et supérieure; enfin une grande quantité n'ont pas été déterminées. D'après cela le territoire d'Antioche a dû être un estuaire dont le fond s'est graduellement élevé; un dépôt de transport est venu recouvrir les sédiments marins qui s'y étaient accumulés, et les eaux salées de la baie d'Umk, s'étant adoucies, ont formé des lacs dont l'étendue a diminué successivement, et où se sont déposées les couches d'eau douce, tandis qu'à l'embouchure même du fleuve les dépôts marins s'accroissent encore depuis les temps historiques.

(P. 309.) Dans la vallée de Cœlo-Syria, des grès et des argiles avec Huîtres reposent sur la craie. Le calcaire tertiaire de Casiotis occupe le sommet des collines au nord, en commençant un peu à l'ouest de la vallée, et constitue la crête qui domine les anciens remparts d'Antioche, pour se prolonger ensuite jusqu'au mont Casius. Celui-ci est composé depuis sa base, qui plonge sous la mer, jusqu'au sommet (1,616 mètres d'altitude), de calcaires endurcis contenant des Cônes et quelques empreintes de Peignes. M. Ainsworth regarde le district montagneux d'Antioche, appelé Casiotis, comme ayant formé un grand bassin tertiaire qui aurait été rompu, brisé et disloqué, et dont les diverses parties, déplacées de leur position relative originaire, auraient été mêlées d'une manière telle qu'aucun bassin de cette époque n'en a encore présenté un pareil exemple (1).

Bassin du Tigre. Jézirah, etc.

Si nous jetons actuellement un coup d'œil sur la composition du bassin du Tigre pour revenir ensuite à celui de l'Euphrate, nous verrons la plaine de Jézirah, élevée de 255 mètres au-dessus du golfe Persique, entourée de collines de grès et de conglomérats que surmontent des roches pyroxéniques. Au sud des montagnes secondaires de Baarem ou de Masius, la plaine est également terminée par des collines de grès. A Dara, les calcaires sont remplis d'Huî-

(1) Voyez aussi : W. Taylor Thomson, *An account*, etc. Rapport sur un nivellement fait à travers la Syrie septentrionale, de la Méditerranée à l'Euphrate. (*Proceed. geol. Soc. of London*, n° 33, p. 57. 1838.)

tres, de Cônes, de Peignes, de Fuseaux, de Pleurotomes, de Vénus, etc. A Mardin, le grès précédent, que l'auteur présume être tertiaire, se voit recouvert de calcaires jaunes friables, avec des Nummulites. Au nord de la ville, des marnes charbonneuses se montrent au pied des collines sous ces mêmes calcaires et sous celui de Dara. La craie supérieure sort un peu plus loin de dessous les couches charbonneuses.

Un plateau de roches pyroxéniques s'étend ensuite vers Diyar-Bekr. Les roches sont semblables à celles de Jézirah, et au sud d'Arganah les collines sont formées de calcaires avec des Cônes, des Huîtres, des Peignes, etc. Au nord de ce point, et jusque sur les bords du Tigre, les grès, les marnes et les calcaires sont traversés par des dykes de roches diallagiques et renferment des couches charbonneuses et ferrugineuses. Les grès ont été changés en jaspe rouge et vert, ou en porcellanite; d'autres sont fendillés et ferrugineux. Les strates charbonneux sont passés à l'état de charbon sans bitume, à cassure vitreuse et brillante, et les calcaires ont été également modifiés. Après avoir décrit les roches pyrogènes de Maden-Kapur où se trouvent les mines de cuivre, l'auteur signale, à l'est de la ville, des roches silicéo-magnésiennes, recouvertes de calcaires argileux remplis de Cythérées, de Cônes, de Cérites, d'Huîtres et de Peignes. Les stéaschistes avec pyrite de cuivre de la montagne de Mihrab sont surmontés des mêmes calcaires tertiaires qu'on retrouve dans le district de Kharput (1).

Environs de Mossoul.

Le dépôt caillouteux qui s'étend à plusieurs milles des deux côtés de la Zab (p. 256) est composé de fragments de calcaire, de diallage, de serpentine, d'amphibole, de quartz, de jaspe et de lydienne. Il s'élève à 60 mètres au-dessus des eaux actuelles, et c'est sur un dépôt probablement du même âge que reposent les murs de l'antique Ninive. Près de Mossoul sont des couches horizontales et épaisses de gypse calcarifère, compacte ou grenu, blanc bleuâtre, grisâtre, ou d'un blanc pur exploité sous le nom de *marbre de Mos-*

---

(1) Voyez aussi : W.-W. Smith, *Geological features*, etc. Caractères géologiques du pays aux environs des mines du Taurus, dans le paschalik de Diarbekir, d'après des observations faites en 1843. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 330. 1845.) — Russegger, *Reise in Europe, Asien*, etc. *Carte géologique du Liban et de l'anti-Liban*, in-f°. 1842. — *Id.*, *Voyage de Jaffa au Jourdain, au lac de Tibériade et à la mer Morte, à travers la Judée.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 305.)

soul. Au-dessus, vient un calcaire grossier, friable, rempli de Cérites, Rochers, Fuseaux, Pleurotomes, Peignes, Pectoncles, Buccardes, Vénus, etc., communément employé pour pierres d'appareil, et qui paraît avoir servi aux constructions de Ninive. Des marnes argileuses avec dendrites, et d'autres marnes verdâtres recouvrent les bancs calcaires. Ceux-ci forment encore la partie supérieure des collines de Seramum situées au sud de Mossoul. Ils y sont fort épais et placés sur le gypse en bancs puissants qui reposent à leur tour sur des marnes argilo-bitumineuses, sablonneuses ou ferrugineuses. Les sources qui s'échappent du pied des collines laissent déposer du soufre, du bitume et du fer carburé.

Les mines de soufre sont à huit milles de Mossoul. Les escarpements dans lesquels les galeries sont pratiquées sont composés de calcaires marneux et friables, avec fossiles, de gypse grossier et demi-cristallin, et de marnes noduleuses renfermant un lit de soufre de $0^{m},17$ d'épaisseur. La stratification peu distincte offre des courbes, des failles et des fissures fréquentes. Le soufre exploité est compacte, fin, grenu, semi-cristallin ou gris bleu, mélangé de calcaire spathique. On le trouve aussi cristallisé en octaèdres rhomboïdaux, d'un beau jaune citron ou vert-olive. Au sud, le gypse prédomine, accompagné des marnes inférieures bitumineuses et argileuses d'où sortent les sources de pétrole et d'acide hydrosulfurique d'Aman-Ali (*antè*, vol. I, p. 416).

Kurdistan méridional. (P. 26.) Tout le pays qui s'étend du 37° lat. N. au 34°, et qui comprend les plaines de la Syrie, de la Mésopotamie et la région à l'est du Tigre jusqu'aux montagnes du Kurdistan, est occupé par les formations crétacée et tertiaire, interrompues çà et là par des roches pyroxéniques et feldspathiques. La craie compacte, grenue ou saccharoïde au pied du Taurus, devient ensuite blanche, tendre et remplie de silex. A celle-ci succède une craie jaune, fissile, qui s'étend le long de l'Euphrate jusqu'à la hauteur de Balis, où les marnes et le gypse tertiaires sont recouverts de marnes et de grès; à l'E. les montagnes de Rabba-Ormuz sont aussi formées de calcaires tertiaires.

M. Ainsworth (p. 114 et 237) nomme *chaîne persane subapennine* la chaîne d'Hamerum, qui court du N.-O. au S.-E. sur la rive orientale du Tigre. Dans la grande plaine à l'est de Bagdad, ces collines forment des bandes étroites et parallèles qui s'élèvent d'environ 150 mètres. Les couches plongent à l'E. un peu N. et présentent à l'O. des pentes abruptes. Leur faible épaisseur, la

parfaite régularité de la stratification, la friabilité des roches et le peu de végétation qui les recouvre donnent de loin à ces collines l'aspect d'immenses murailles élevées au milieu du désert.

A Deli-Abbas, 50 milles au nord de Bagdad, la chaîne d'Hamerum est composée de grès rouge, friable, avec des cailloux de quartz, et dont les couches plongent de 30° au S.-O. Une seconde chaîne qui court E., O. renferme des grès gris et bleus avec des nodules silicéo-magnésiens. Une troisième rangée de collines comprend des grès rouges avec des veines de gypse et des lits argileux bruns; enfin la quatrième, qui domine toutes les autres, est surmontée d'un dépôt de cailloux alternant avec des grès, et incliné comme les strates sous-jacents. Les fossiles paraissent manquer dans ces diverses chaînes.

En donnant ensuite des détails sur la nature des montagnes qu'il a traversées, l'auteur signale particulièrement les collines de Kifri formées de couches puissantes de gypse, de grès rouge et d'argiles, recouvertes, à 8 milles au N.-O., par des calcaires à Cyclades, puis au-dessus de grès et de sables salifères. Sur le côté de la rivière opposé à la montagne d'Ali-Dagh, des puits ont été creusés pour l'extraction du naphte et du pétrole qui sourdent de collines basses, composées de calcaire à Cyclades, de gypse fibreux ou grenu, d'argiles bleues, rouges, brunes ou noires et charbonneuses, et plongeant de 26° au N.-E. On y trouve en outre du lignite terreux dans des marnes salifères et gypseuses, du sel marin, de la célestine, de la kthérite (alumine pure), de la webstérite, de la malachite pulvérulente, divers oxydes de fer et du phosphate de fer bleu et terreux. Au sud de Zab, le Karachuk-Dagh constitue une chaîne de collines assez élevées qui borde le Tigre, et dans laquelle on remarque des calcaires à Cyclades semblables aux précédents, des marnes, du gypse, des sables salifères et des grès. Les assises dirigées du S. 70° E. au N. 70° O. plongent à l'E. de 5° à 30°. On a vu (*antè*, vol. I, p. 416) quels étaient les caractères et les effets des feux naturels d'Abu-Géger qui sortent de cette formation.

(P. 244.) A l'est de Kerkuk, une première chaîne basse court au N. 70° O. et renferme encore du gypse, des calcaires gypseux et des grès. C'est la seconde de ces roches que l'on a vue prendre un si grand développement vers le N., où elle constitute le *marbre de Mossoul*. D'autres chaînons succèdent à celui-ci. Les collines de Bazyan, qui ont 122 mètres d'élévation, sont formées de calcaires compactes, durs, remplis de fossiles (Cônes, Volutes, Pyrules, Fuseaux,

Cérites, Huîtres, Peignes, Buccardes, etc.), et que l'auteur compare au calcaire grossier du bassin de la Seine. La chaîne de Mazarah-Dagh présente encore la même composition.

Le caractère le plus remarquable des roches du Kurdistan est la compacité et la dureté constante des calcaires dans les districts montagneux, et de même que le calcaire endurci de Rumkal'ah devient sur les bords de l'Euphrate de la craie tendre, remplie de fossiles, de même les calcaires des chaînons occidentaux des Apennins de la Perse deviennent, dans les plaines de Mossoul, tendres, faciles à tailler, et contiennent beaucoup de coquilles.

En comparant ce qu'il a observé dans cette partie de l'Asie avec ce qui existe dans l'Europe occidentale, M. Ainsworth fait remarquer que dans le Kurdistan il y a deux dépôts charbonneux et bitumineux bien distincts. L'un, associé aux grès, aux argiles schisteuses et aux minerais de fer, est intercalé entre la craie et des calcaires d'aspect crétacé; l'autre, renfermant des lignites terreux, du pétrole, du naphte, se lie intimement à des calcaires lacustres, à des marnes et à du gypse. Le premier, suivant l'auteur, représenterait le *plastic clay* et le *London clay*, ou les lignites du Soissonnais, les sables inférieurs et le calcaire grossier, et le second, les lignites de la Suisse ou le groupe des *roches palæothériennes*. Les calcaires lacustres ne renferment point de Lymnées, mais on y trouve des Cyclades; leur structure est tuberculeuse ou celluleuse comme partout, principalement aux environs d'Abu-Géger. Les sables et les grès d'Amerum, le Zenkabad et les plaines à l'ouest des chaînes de roches tertiaires inférieures, représenteraient les grès marins supérieurs ou la formation tertiaire moyenne (1).

Bassin de l'Euphrate.

(P. 28 et 61.) Au sud de Kara-Bambuch, la vallée de l'Euphrate, plus ouverte qu'au nord, est bornée par les assises de la formation crétacée qui se prolongent sans interruption jusqu'aux environs de Balis, recouvertes çà et là par des brèches et des marnes. Près de la ville, ces dernières commencent à être accompagnées de gypse, mais encore sans traces de coquilles lacustres. Le groupe gypseux

(1) Voyez aussi : R. Hamilton, *Esquisse géologique du bassin situé entre le Tigre et l'Euphrate*. (*Soc. wern. d'Edimbourg*, 3 avril 1841. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. XXXVI, p. 418. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 101. 1842.) Les détails donnés par M. Hamilton paraissent s'accorder avec les observations de son prédécesseur, mais sans y avoir ajouté beaucoup de faits nouveaux.

se continue vers Abu-Bara et Ja'ber-Castle où paraissent les Cyclades et d'autres coquilles d'eau douce. Le gypse est en bancs horizontaux, solides, d'un blanc sale, grenu, et même saccharoïde; quelquefois il est gris, friable, sableux, et renferme des silex ménilite; son épaisseur est sur certains points de 25 mètres. Cet ensemble de couches, qui forme les collines voisines du fleuve, est souvent recouvert par une brèche ou conglomérat crayeux avec du gypse saccharoïde.

(P. 71.) A Zénobie ou Zéléli, les marnes avec gypse sont surmontées de basalte et de basanite, de spilite et d'amygdaloïdes avec des nodules de calcaire spathique. L'épaisseur de ces roches ignées ne dépasse pas 3 à 4 mètres. Une brèche et un grès gypseux sont placés dessous. La brèche renferme des cailloux de quartz, de jaspe, de serpentine, de diallage, d'héliotrope, etc., et le grès, pareil au sable endurci des bords du fleuve, contient des insectes, mais point de coquilles. Le grès, plus cristallin et en lits minces, alterne parfois avec les roches pyrogènes, et semble même y former des espèces de filons verticaux. Plus bas viennent successivement des marnes bariolées, alternant avec la brèche cristalline, puis le gypse, d'abord associé aux marnes, ensuite plus épais et finissant par dominer vers le pied des collines, où il est d'un blanc pur, saccharoïde et à petit grain.

Des couches analogues aux précédentes se voient encore au sud de Zénobie. Les roches ignées apparaissent seulement en un point, à 8 milles au nord de Déïr : ce sont des basaltes et des basanites. A l'E., au delà de l'Araxes ou Khabur, le pays ne présente qu'une plaine de cailloux très uniforme. A Rahabah, les assises les plus basses sont des marnes et des gypses sur lesquels viennent des grès et des marnes crayeuses, souvent enduites de bitume, des grès gris compactes et la brèche ordinaire, puis un ensemble de grès gypseux, de gypse et de sable quelquefois agglutiné, une roche moins solide, caillouteuse, avec des blocs de craie blanche, des *septaria* argileux et de nombreux ossements d'oiseaux et de grands quadrupèdes qui semblent provenir d'animaux domestiques. Enfin, une brèche calcaire peu épaisse, avec des cailloux de quartz, de diallage, de serpentine, et des fragments d'os recouvre le tout. Ces dernières couches appartiendraient à l'époque quaternaire, peut-être même aux premiers temps de l'époque moderne.

Le groupe des marnes et du gypse constitue aussi les collines qui

bordent l'Euphrate vers Salahigah, et il est surmonté de brèches calcaires à ossements. A Jrzah, un dépôt puissant d'argile avec la brèche calcaire rouge ossifère, reposant sur le gypse et la marne à Cyclades et à Mélanies, est recouvert à son tour par une seconde assise de gypse blanc, saccharoïde, qui constitue la plaine où s'établit autrefois la colonie des Juifs. On trouve en cet endroit la première trace de dépôts marins dans la série gypseuse. Sur une étendue de 144 milles, depuis que les couches crétacées avaient cessé de se montrer, M. Ainsworth avait remarqué la constance parfaite des caractères organiques des marnes et des gypses. A Anah, les assises supérieures sont des calcaires grossiers et des marnes remplies de fossiles marins. Au-dessous viennent un calcaire compacte avec des polypiers, un second calcaire où l'on observe surtout de grands Cônes et des Cérites, des marnes rougeâtres, et un autre calcaire à Cérites généralement magnésien. Plus loin, les collines et les vallées paraissent devoir leurs formes actuelles à des dénudations. Les couches presque horizontales se correspondent exactement de chaque côté des dépressions du sol, et sont formées de grès, de minerais de fer, de brèches et de graviers, de marnes vertes et chloritées, de marnes rougeâtres, de gypse, de marnes jaunes, bitumineuses ou noires, de calcaires et d'argiles salifères, se remplaçant les uns les autres. Ces dépôts divers, accompagnés de gypse, se prolongent au S. jusqu'à Hit et au delà. Hit est célèbre, comme on sait, par ses sources de bitume qui fournissaient cette substance employée dans les mortiers indestructibles des palais de Babylone (*antè*, vol. I, p. 415).

(P. 90.) Dans le bassin de l'Euphrate, les dépôts crétacés et tertiaires occupent ainsi une étendue de six degrés et demi, du N. au S. Vers la limite de la formation crétacée, des marnes et des gypses, encore sans fossiles lacustres, se superposent à la craie. Comme les argiles plastiques et le calcaire à Cérites manquent tout à fait sur ce point, M. Ainsworth voit dans cette disposition un passage entre les terrains secondaire et tertiaire, opinion qui ne nous semble pas suffisamment justifiée. Le développement d'une grande bande de calcaire coquillier avec des polypiers à Anah, entre le gypse de Jaber et celui des collines de Mohérah, près de Hit, lui fait penser aussi que le premier est plus ancien que le second.

Le gypse inférieur est traversé par des éruptions ignées, plus récentes que le soulèvement de la chaîne du Taurus, puisque les

roches se sont épanchées sur les derniers dépôts de transport remplis de cailloux provenant de cette région (1). Il y eut une élévation du sol, contemporaine de l'apparition des roches pyrogènes, de la formation de la brèche calcaire et du gravier à ossements. La tendance vers un nouvel ordre de choses se manifeste d'abord par le développement de l'argile marine avec polypiers dans le groupe gypseux d'Irzah. Celle-ci diminue ensuite d'épaisseur pour être remplacée au S. par des marnes et des calcaires marins. Dans les districts montueux, au sud d'Anah, on remarque cependant une réapparition des anciens dépôts, par la présence du sulfate de chaux accompagné de nouvelles substances et associé au fer, aux grès, et plus particulièrement au bitume, dont les sources apportent encore aujourd'hui leurs produits à la surface du sol. Enfin, l'auteur regarde la théorie qui attribue la formation du gypse à des sources déposant du sulfate de chaux comme tout à fait inapplicable à cette partie de l'Asie, d'abord à cause de la composition des couches qui y sont associées, et ensuite à cause de l'étendue des dépôts gypseux qui, occupant une surface de 800 milles carrés, viennent border la région inférieure du cours de l'Euphrate.

Nous avons donné, d'après le même voyageur (*antè*, p. 320), quelques détails relatifs aux sédiments quaternaires de la Babylonie, sous lesquels disparaissent les roches tertiaires dont nous venons de parler ; nous reprendrons l'examen de celles-ci là où elles commencent à se relever dans la Chaldée, à l'est et au sud-est de la basse région des marais. Elles y sont représentées d'abord par une argile

(1) M. W.-W. Smith, après avoir émis l'opinion que les serpentines du versant méridional du Taurus paraissent avoir surgi pendant l'époque tertiaire, fait observer qu'après le dépôt de certains lambeaux calcaires plus récents que l'on trouve au sommet des montagnes, à l'ouest d'Arghanah-Maden, eut lieu le soulèvement de la chaîne, lequel a déterminé la formation des vallées. C'est à ce phénomène que se rapporte sans doute, dit-il, la sortie des basaltes et des roches analogues, qui occupent un espace si considérable dans cette partie du Taurus et des plaines qui l'avoisinent. Ces mêmes roches sont probablement aussi en rapport avec cette vaste série de produits volcaniques qui s'étend, quoique interrompue çà et là, de la Catacécaumène de l'Asie Mineure au Taurus, et de là vers la Mésopotamie, d'une part, le nord de la Syrie et la Galilée de l'autre. C'est à leur apparition que serait particulièrement due la configuration actuelle de tout le pays. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 330. 1845.) — Voyez aussi : Russegger, *Reise in Europe*, *Asien*, etc. Coupes et carte géologique du Taurus, in-f°. 1842.



très tenace, bleu foncé, avec beaucoup de coquilles marines. La partie supérieure, plus sableuse, renferme des Troques, des Buccins, etc., qui paraissent être identiques avec ceux que l'on trouve encore sur les côtes du golfe Persique. On les observe particulièrement près de Gerah et d'El-Kadder, à la hauteur d'Irak.

(P. 217.) Les couches qui se sont formées au fond de cette ancienne dépendance du golfe Persique ont une composition et une structure constantes, et leurs fossiles sont les mêmes partout. Ce sont des grès, des conglomérats, des grès calcaires, des sables, des lits coquilliers et des accumulations de polypiers. Tous appartiennent au terrain tertiaire supérieur, et les espèces de corps organisés qu'on y rencontre vivent pour la plupart dans les eaux environnantes. Ces assises offrent cependant des preuves que des mouvements d'élévation ont eu lieu à plusieurs reprises pendant qu'elles se formaient; sur quelques points elles atteignent 70 et 100 mètres au-dessus de la mer.

On a vu (*antè*, vol. I, p. 392) quels étaient les caractères des couches modernes dans le Farsistan et le Dushistan, couches qui bornent à l'est le delta de la Susiane, reposent sur les roches tertiaires des Apennins de la Perse, des chaînes de Luristan et Baktiyari, et des montagnes du Farsistan (p. 235). En se dirigeant à l'E. par Chiraz, vers Persépolis, on trouve sept plaines successives étagées les unes au-dessus des autres et séparées par des défilés étroits. La disposition de ces plaines résulterait, d'après l'auteur, de dislocations et d'enfoncements suivant des axes linéaires qui auraient produit des vallées synclinales. Les roches des chaînes ou crêtes qui séparent ces plaines ou larges vallées sont des grès, des calcaires, des gypses, des argiles, des marnes et des dépôts salifères (*salmarite*) rapportés à la formation tertiaire inférieure (*formation palæothérienne* de l'auteur).

Les dépôts marins ne cessent point lorsqu'on quitte le Dushistan par le passage de Dalaki. Dans la vallée de la Shapur on trouve du grès rouge, des conglomérats, des argiles rouges et salifères, qui forment des falaises de 200 mètres au-dessus de la rivière. Immédiatement au-dessus du village de Kumarij une cavité presque circulaire, de 60 mètres de profondeur, présente vers son fond une masse de sel pur, homogène, vitreux, se clivant facilement en cubes et d'une épaisseur de 12 mètres; il est généralement transparent, rarement coloré en rouge ou en gris, et contient de petites quantités de soufre cristallisé. Les bancs plongent au S. sous un

angle de 17°, et sont associés à des argiles brunes, salifères et bitumineuses. Le gypse de Fars est également homogène, cristallin et transparent.

(P. 228.) La vallée de Kaserum, qui est une de ces dépressions synclinales dont nous avons parlé, a 30 milles de longueur et est entourée de calcaires et de gypse. Le passage de Shapur, qui a 30 mètres de large dans sa partie la plus resserrée, est formé de calcaires inclinés de 32° à 38° au N.-O., et sur lesquels des bas-reliefs antiques ont été sculptés. Les lignes de soulèvement, dans la vallée de Kaserum comme autour d'Abdui, semblent avoir décrit des courbes circulaires très prononcées et presque parallèles ou concentriques. Les défilés par lesquels on traverse les chaînes mettent les strates à découvert sur des hauteurs de 170 à 200 mètres. Dans celui qui domine Abdui, les roches renferment des polypiers, des Huîtres, des Buccardes, des Buccins, des Pernes et de très grands Cônes. A Shapur, les Cérites associés à des Turrilites, à des Bélemnites et à des Ammonites, qui se montrent encore au-dessus de Dalaki, prouvent que la formation crétacée y succède de très près au terrain tertiaire.

Au delà de la plaine de Dush'Arjun sont des collines basses formées de calcaires, de marnes et de gypse. La plaine de Chiraz est composée de grès et d'argiles salifères alternant avec des calcaires et recouvertes d'alluvions récentes. Plus loin, sur la route de l'antique Persépolis (peut-être Pasargade?), des calcaires grossiers coquilliers, appartenant à la craie qui se relève dans cette direction, constituent de hautes montagnes isolées et couronnées par les ruines d'anciens châteaux. La montagne royale de Persépolis appartient encore aux mêmes calcaires, mais plus homogènes et plus compactes. Ils sont colorés en noir par de la matière charbonneuse, et furent longtemps exploités sous le nom de *marbre de Persépolis*. Toute la plaine environnante est couverte de plantes marines qui annoncent sa récente émersion au-dessus de l'Océan.

§ 2. Asie méridionale.

Quoique le terrain tertiaire occupe des surfaces considérables au pied des versants sud et sud-ouest de l'Himalaya, ainsi que dans les vallées de la Nerbuddah et dans la partie orientale de la péninsule de l'Inde, en deçà du Gange, les mers de cette époque n'ont envahi qu'une bien faible portion du domaine actuel des terres émergées.

Les sédiments marins ne semblent remonter, en effet, qu'à une petite distance des côtes, dans les dépressions principales, tandis que les sédiments d'eau douce y sont très puissants et fort étendus, surtout le long des pentes inférieures de l'Himalaya. Il existe, en outre, dans une grande partie de l'Inde, un dépôt particulier dont l'origine est incertaine, et que son mode de formation, comme la position qu'il occupe, nous fera décrire séparément sous le nom de *latérite*.

M. Lord (1), dans la relation d'un voyage à travers la plaine de Koh-i-Daman, le district des mines de Garbaud et l'Hindou-Kho, a donné quelques observations générales sur les caractères du pays compris entre l'Indus et le Caboul. Il y a signalé l'existence de bassins lacustres, puis de roches stratifiées anciennes et de roches cristallines. En 1833, M. J. Calder (2) a publié un résumé fort bien fait de l'état de la géologie dans l'Inde à cette époque. Toutes les grandes formations y sont clairement indiquées depuis le granite et le gneiss jusqu'au *latérite* et au *kunker*.

Montagnes sous-himalayennes ou Sewalik.

En se dirigeant vers l'Himalaya, dit M. F. Royle (3), on arrive aux montagnes Sewalik qui en général s'appuient directement contre la chaîne centrale, mais qui, quelquefois aussi, en sont séparées par une série de vallées longitudinales. De Sahrunpore (Saharunpoor) à Dyra, les couches de ces montagnes plongent au N.-E. vers la haute chaîne, présentent par conséquent leurs tranches à la plaine et forment une suite de chaînons parallèles. Ces montagnes sont généralement composées de couches d'argile, de grès tendres et micacés, de lits de cailloux et de graviers où l'on retrouve toutes les roches cristallines ou autres qui constituent le massif de l'Himalaya. Le carbonate de chaux a pénétré dans les diverses assises sous forme de stalactites. Entre le Gange et le Setledge (Sutluj), les pentes abruptes de la haute chaîne sont aussi tournées vers la plaine du Gange, tandis que les pentes douces sont au N.-E. Nous retrouvons donc ici, sur une immense échelle, cette disposition remarquable que l'on observe dans l'Oural, dans les Alpes et jusque dans

(1) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. VII, p. 521. 1838. — Voyez aussi : T. Hutton, *Geological report*, etc. Rapport géologique sur la vallée de Spiti. (*Ibid.*, vol. X, p. 198. 1840.)

(2) *Asiatic researches*, vol. XVIII, p. 1. 1833.

(3) *Illustrations of the Botany of the Himalaya mountains*. 2 vol. in-4, avec planches de coupes et de fossiles. Londres, 1839. — *Journ. de Madras*, n° 27, p. 323. 1840.

des collines d'à peine 100 mètres d'élévation, et dont il ne semble pas que l'on ait assez tenu compte dans la plupart des spéculations théoriques auxquelles on s'est livré sur l'origine des ridements de la croûte terrestre.

Dans la partie qu'a étudiée d'abord M. Cautley (1), plusieurs vallées parallèles à la chaîne Sewalik séparent celle-ci de l'Himalaya proprement dit. Les plus hautes sommités ne dépassent pas 1,000 mètres, et la ligne de faîte se maintient entre 600 et 750 mètres. Entre le Gange et le Setledge, ces montagnes sont formées d'assises de blocs ou de cailloux, soit meubles, soit mélangés et faiblement consolidés par de l'argile et du carbonate de chaux, puis de sable plus ou moins endurci, de marne ou conglomérat argileux composé de fragments d'argile endurcie, cimentés par du sable, de l'argile et du calcaire, enfin, d'une grande variété d'argiles. Ces dernières roches sont particulièrement développées à l'ouest de la Jumna. Les couches plongent au N. sous des angles qui varient de 15° à 35°. Lorsque les assises sont peu inclinées, on peut les observer sur une largeur de 6 à 8 milles; mais, à peu d'exceptions près, la série des couches est irrégulière. Quoique considérant toute la chaîne comme appartenant à une seule formation, l'auteur décrit successivement la partie comprise entre la Jumna et le Gange, et celle qui s'étend à l'E. vers le Setledge.

Entre la Jumna et le Gange, les lits de cailloux roulés atteignent une énorme épaisseur et alternent avec des grès. Les éléments de ces assises sont ceux que l'on trouve dans le lit actuel des rivières. Ce sont des cailloux roulés de granite, de gneiss, de micaschiste, de quartz, d'amphibolite schistoïde, de trapp et d'autres roches à travers lesquelles coulent ces rivières. Si les lits de la Jumna et du Gange étaient soulevés dans la même direction que ceux des anciens courants, on aurait une disposition semblable à celle que présentent les couches de la chaîne. Les grès sont composés de grains de quartz, de limon, et sont plus ou moins micacés. Ils sont diversement colorés par de l'oxyde de fer, accidentellement endurcis par du carbonate de chaux, et fournissent de bonnes pierres de construction. L'argile offre aussi différentes teintes et renferme des coquilles d'eau douce.

La matière charbonneuse est disséminée dans les grès, quelque-

---

(1) *On the structure*, etc. Sur la structure des mont[illegible] lik et les débris organiques qu'on y trouve (*Transact.* [illegible] *London*, vol. V, p. 268. 1836.)

fois dans les marnes, mais en trop petite quantité pour être exploitée. A l'entrée du Kalowala-Pass, un banc de lignite renferme des troncs d'arbres changés en grès semblable à celui qui les enveloppe. Dans les marnes qui accompagnent ce dernier, et qui prennent une grande extension, on rencontre de nombreux débris d'animaux vertébrés. Au nord de la crête qui porte la ville de Nahun, on remarque un soulèvement plus prononcé que dans les autres parties de la chaîne, et les trapps viennent affleurer dans le voisinage. Des fragments de Tortues ont été rencontrés avec les bois dicotylédones carbonisés. Les ossements fossiles disséminés dans les marnes sont d'une teinte très foncée et pénétrés d'hydrate de fer. Tantôt la cavité médullaire est remplie de pyrites, tantôt de carbonate de chaux blanc et cristallin. Les débris de corps organisés qui proviennent de Kalowala-Pass sont principalement des dents et les parties les plus solides des os. Le lignite est rare dans les bancs de gravier, tandis que dans les grès les bois dicotylédones sont très fréquents, ainsi que le lignite et les restes de reptiles. Enfin, dans les marnes abondent les mammifères, les reptiles, les poissons, les coquilles fluviatiles et terrestres (*Unio*, Cyclades, Paludines, Planorbes, Hélices, d'après M. Royl), et le lignite. Le carbonate de chaux, qui est le ciment ordinaire des diverses assises, forme aussi des stalactites et des stalagmites. Le gypse existe seulement en petits cristaux. Les pyrites se montrent dans le voisinage des fossiles, et la soude est en efflorescence sur les cailloux roulés et les grès, ce que l'auteur attribue à la décomposition des fragments granitiques.

La composition générale des montagnes situées à l'ouest de la Jumna ressemble à celle des précédentes; seulement les lits de gravier y sont moins fréquents, quoique également inclinés. Les cailloux appartiennent à diverses variétés de schistes argileux et de quartz. A Nahun les marnes renferment les mêmes fossiles qu'à l'E. Les argiles et les grès très développés plongent de 20° au N. Quoique s'étant manifestée sur une grande échelle, l'action soulevante paraît avoir été très irrégulière. La direction générale des couches est N.-E., S.-O., et leur inclinaison, au N.-O., varie de 15° à 30°. On a recueilli, dans les grès qui surmontent les argiles avec coquilles lacustres, une grande quantité de débris de Mastodontes, Éléphants, Rhinocéros, Hippopotames, Cochons, Chiens, Chats, Élans, Bœufs, Daims, Chevaux; Gavials, Crocodiles, Couleuvres, *Emys*, *Trionyx*, poissons, et des genres nouveaux. Des ossements de Cheval ont aussi été trouvés à une grande profondeur au-dessous des grès. Les débris de ces divers animaux ne sont point partout as-



sociés ou mélangés indistinctement. Ainsi sur certains points, les Hippopotames, les Éléphants, les Mastodontes, les Crocodiles, les Tortues, abondent avec les ruminants; sur d'autres, les Hippopotames et les reptiles aquatiques manquent presque entièrement, et les ruminants se montrent seuls avec les carnivores. On peut donc penser que la plupart de ces animaux ont péri sur les lieux mêmes où ils vivaient, au milieu de circonstances analogues à celles dans lesquelles vivent leurs représentants actuels.

Les substances minérales disséminées dans ces vastes dépôts tertiaires sont les mêmes à l'est et à l'ouest de la Jumna, excepté l'or qui existe dans le lit des rivières situées à l'est du Gange et à l'ouest de la Jumna, mais qui n'a pas encore été signalé dans les rivières qui coulent entre ces deux fleuves. A Nahun on exploite l'or en paillettes dans les alluvions.

Quelques uns des fossiles rapportés par M. Colebrook et décrits par M. Pentland (1), semblables à ceux de la partie de la chaîne dont nous venons de parler, prouvent que son extrémité orientale d'où ils proviennent est composée de couches du même âge (2). M. Falconer (3) a rapporté aussi ces dépôts de la province de Delhi à l'horizon de ceux de Prome dont les fossiles ont été mentionnés également (4).

Il reste encore à faire une étude détaillée de ces montagnes extrêmement accidentées et des vallées ou *dhoons* qui les séparent de la grande chaîne; mais on peut dire qu'en général leurs profils affectent plus ou moins la forme d'un angle droit. Les pentes inférieures, couvertes de végétation, sont très prolongées vers la plaine, et les crêtes se terminent par une muraille perpendiculaire qui se continue lorsqu'on descend dans le lit des torrents. L'aspect de ces murailles est très pittoresque, et beaucoup de gorges ou passages (*ghats*) sont bordés par des escarpements gigantesques de grès qui suivent, à travers les montagnes, toutes les sinuosités des cours d'eau.

Paléontologie des montagnes Sewalik.

C'est à MM. P.-T. Cautley et H. Falconer que l'on doit les découvertes les plus nombreuses et les plus intéressantes sur la faune des animaux vertébrés de cette partie de l'Asie pendant l'époque tertiaire. Leurs recherches persévérantes, comme les études suivies

(1) *Transact. geol. Soc.* [illegible] p. 393, pl. 45.
(2) *Asiat. researches*, [illegible] — *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. III, [illegible]
(3) *Journ. Asiat. Soc.* [illegible]
(4) *Transact. geol. Soc.* [illegible]

auxquelles ces deux naturalistes se sont livrés depuis quinze ans, ont fourni à la science des résultats zoologiques non moins remarquables que ceux que nous avons signalés en Europe et dans les deux Amériques pour l'époque quaternaire. Malheureusement les conclusions géologiques ont moins de précision, et l'horizon sur lequel on doit placer ces vastes dépôts fossilifères dans l'ensemble de la série tertiaire reste encore à déterminer. Nous indiquerons d'abord quelques uns des principaux faits annoncés par MM. Cautley et Falconer, et nous réunirons ensuite leurs diverses publications avec celles d'autres naturalistes, dans une *Note bibliographique supplémentaire.*

Un *Synopsis* des genres et des espèces d'animaux fossiles rencontrés dans les couches supérieures des montagnes Sewalik a été publié en 1835 (1), et l'année suivante un nouveau genre de ruminant, découvert dans la vallée de la Murkunda, fut désigné sous le nom de *Sivaterium giganteum* (2). Les débris d'un Singe, rapproché du *Semnopithecus entellus*, ont été recueillis ensuite; et, dans des couches intimement liées à celle qui renfermait ce quadrumane, on a trouvé des ossements d'*Anoplotherium sivalense*, de *Crocodilus biporcatus*, de *C. gangeticus* (*Leptorhynchus*), et particulièrement du Gavial et d'un autre saurien (Magor) qui habitent aujourd'hui les eaux du Gange. Ainsi les quadrumanes existaient dans l'Inde avec l'un des genres de pachydermes regardés comme les plus anciens en Europe, et deux reptiles, aujourd'hui contemporains de l'homme en Orient, vivaient dans les eaux où a pu se baigner un mammifère dont le genre caractérise la période tertiaire inférieure de l'Occident (3).

Les animaux fossiles de ces montagnes présentent encore beaucoup d'autres faits analogues. Ainsi l'on y remarque l'association fréquente de formes organiques nouvelles et anciennes, éteintes et vivantes, ordinaires et extraordinaires, et toutes sont très abondantes.

---

(1) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, déc. 1835. — *Ibid.*, vol. III, p. 706. — *Ann. des sc. nat.*, vol. VII, p. 60.

(2) *Ibid.*, vol. V, p. 38. 1836. — *Ibid*, p. 348.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 499. 1837. — *Madras Journ.*, n° 29, p. 292 et 304. 1840. Le *Crocodilus biporcatus*, Cuv., et le Gavial du Gange ou *C. gangeticus* ou *longirostris*, vivent actuellement dans les eaux du Gange, mais il semble résulter de la phrase citée qu'il n'y a que le Gavial, considéré comme distinct du *C. gangeticus*, et un autre saurien qui soient contemporains de l'homme. Le passage suivant (p. 976), en justifiant cette remarque, nous laisse dans le même doute.

Le Chameau, l'Antilope et l'*Anoplotherium* se trouvent réunis dans les mêmes couches; les débris d'Éléphant et de Mastodonte sont associés avec ceux d'*Anthracotherium*, de Rhinocéros, de Cochon et de Cheval; le Tapir seul paraît manquer à cette réunion d'espèces ou de genres existant avec d'autres qui ne vivent plus depuis longtemps. Le *Sivatherium*, ruminant dont les dimensions surpassent celles des plus grands Rhinocéros, et qui était armé de quatre cornes énormes divisées en feuillets comme celles du Dicranocérine Antilops (*Dicranocerus*), pouvait le disputer en force au Mastodonte, et à côté, appartenant à la même famille, se montre le Daim musqué, à peine plus grand qu'un lièvre. La tribu des *Felis* et celle des Chiens, l'Hyène, l'Ours, le Ratel et d'autres carnivores y sont également représentés.

Parmi les oiseaux, les Gralles fossiles dépassent par leur taille le Crane gigantesque du Bengale (*Ciconia argala*), comme parmi les reptiles on voit, outre le Gavial et le Magor, des Crocodiles de dimensions énormes (*Leptorhynchus crassidens*). Les Tortues y ont également de prodigieux représentants. Outre de nombreuses espèces d'*Emys* et de *Trionyx*, on a recueilli des ossements provenant d'un animal de cette tribu et qui étaient aussi larges que les os correspondants d'un Rhinocéros de l'Inde. Les fragments du bouclier de cette espèce font voir que si les Ptérodactyles ont pu réaliser la fable des dragons volants, le *Colossochelys Atlas* (1) peut justifier aussi les conceptions pompeuses de la mythologie des Hindous, et, si l'on pouvait le rappeler à la vie, il serait facile de se représenter un Éléphant porté sur son dos.

Parmi les cinq espèces d'Éléphants et de Mastodontes fossiles de l'Inde, une espèce d'Éléphant existe encore dans la faune actuelle de l'Asie; mais il ne paraît pas en être de même des diverses espèces de Rhinocéros fossiles, non plus que de l'Hippopotame. La moitié des espèces de vertébrés, provenant des montagnes Sewalik, des dépôts du même âge du bassin de la Nerbuddah et de l'île de Perim, représente à peu près les formes organiques du terrain tertiaire inférieur, d'après M. Falconer (2), et l'autre moitié aurait un certain nombre de formes analogues parmi les espèces [illegible]

(1) D'après les individus recueillis depuis, on a pu con[illegible] plastron de cette Tortue avait 9 pieds 4 pouces de long [illegible] 12 pieds 3 pouces de long sur 8 pieds de large, et 6 p[illegible] (*Soc. zool. de Londres*, 1844. — *L'Institut*, 19 fév. 18[illegible]

(2) *Soc. Asiat. de Londres*, 1844. — *L'Institut*, 18 [illegible]

L'auteur pense que la presqu'île occidentale de l'Inde formait une île séparée du continent, dont l'Himalaya bordait la côte méridionale, par un détroit que représentent les vallées du Gange et de l'Indus. Un premier soulèvement les réunit, et l'ancien bras de mer devint la plaine actuelle de l'Inde. C'est à un second mouvement du sol que seraient dus les monts Sewalik et l'élévation qu'atteint aujourd'hui la chaîne de l'Himalaya. Le climat de l'Inde paraît être à présent aussi chaud et peut-être même plus qu'il ne l'était alors, et la faune que nous trouvons ensevelie dans les dépôts tertiaires a pu continuer à vivre pendant un laps de temps qui correspondrait à plusieurs des divisions de l'époque tertiaire en Europe.

Parmi les autres publications dont les fossiles des montagnes sous-himalayennes ont été l'objet, nous signalerons encore, de MM. Falconer et Cautley, une note sur les débris de deux nouvelles espèces de quadrumanes rencontrées avec des ossements de Chameau, d'Antilope, d'*Anoplotherium posterogenium*, de *Crocodilus biporcatus* et de *Leptorhynchus gangeticus*, deux reptiles qui habitent encore un grand nombre des rivières de l'Inde; puis une autre sur le *Megalochelys sivalensis*, grand chélonien qui rappelle les énormes reptiles des formations secondaires (1). Le *Colossochelys Atlas*, qui a tous les caractères des Tortues terrestres, a été observé sur 80 milles d'étendue, et avec les débris de beaucoup d'autres vertébrés. Il paraît avoir vécu jusqu'à une époque très récente et même avoir été contemporain des premières générations humaines. On est conduit à le présumer d'abord, parce que d'autres chéloniens et d'autres sauriens fossiles dans les couches tertiaires vivent actuellement dans le pays, et ensuite à cause des indications consignées dans les mythes religieux des Hindous. On a remarqué aussi que les débris de la faune Sewalik renfermaient une quantité notable de fluor. Le fluorure de calcium s'y trouve dans la proportion de 9 à 10 pour cent (2). Enfin, plus récemment, MM. Falconer et Cautley ont donné la première partie de la *Faune ancienne des monts Sewalik* (3), et l'on doit espérer que la suite de ce grand travail lè-

---

(1) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. VI, p. 354. — *Philos. Magaz.*, n° 71. — *Ann. des sc. nat.*, vol. VIII, p. 255. — *Bull.*, vol. IX, p. 101. 1838.

(2) *Soc. zool. de Londres*, 1844. — *L'Institut*, 19 fév. 1845. — *Philos. Magaz.*, déc. 1844. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LV, p. 383. 1844.

(3) *Fauna antiqua sivalensis*, etc, Faune ancienne et géologie

vera les doutes qui restent encore sur l'association, dans les mêmes couches, des genres et des espèces d'animaux que nous avons mentionnés (1).

---

des monts Sewalik, dans le nord de l'Inde, part. 1. Londres, 1846. — *Illustrations to parts*, 1-2. Londres, 1848.

(1) *Note bibliographique supplémentaire.* — Baker et Durand, *Sur la mâchoire fossile d'un quadrumane voisin des genres Semnopithèque et Cynocéphale.* (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. V, p. 739. 1836. — *Lond. and Edinb. phil. Magaz.* — *Ann. des sc. nat.*, vol. VII, p. 370.) — Baker, *Specimen of the sub-himalayan fossils*, etc. Echantillons de fossiles sub-himalayens dans la collection de Dadupur. (*Journ. Asiat. Soc. of Bombay*, vol. IV, p. 265.) Ces échantillons provenaient de grès calcarifères situés entre la Jumna et Pinjar, ou de marnes endurcies avec des débris de reptiles et des coquilles lacustres. — E. Dean, *On the strata*, etc. Sur les couches de l'alluvion de la Jumna, et sur le gisement des os fossiles qu'on y a récemment découverts. (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. IV, p. 261.) — Falconer et Cautley, *Note sur le* Sivatherium giganteum, *sur le Crocodile fossile, sur l'Hippopotame fossile* (*deux sous-genres*, Hexaprotodon *et* Tetraprotodon), *sur le Chameau fossile*, *sur le* Felis cristata, *et sur l'*Ursus sivalensis. (*Asiatic researches*, vol. XIX, part. 1.) — Hodgson, *Sur un nouveau genre de carnassier.* (*Ibid.*) — Durand, *Description d'Hippopotame et de divers autres fossiles de la collection de Dadupur.* (*Ibid.* — *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. V, p. 791.) — Baker, *Description d'une dent d'Eléphant fossile trouvée à Sumratu, près Nahun.* (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. III, p. 638. 1834) — E. Dean, *Sur des os fossiles, supposés humains, provenant des bords de la Jumna.* (*Ibid.*, p. 497. — Baker, *Sur un Elan fossile de l'Himalaya.* (*Ibid.*, p. 506.) — Id., *Sur le Chameau fossile du sous-Himalaya.* (*Ibid.*, p. 694.) — Cautley, *Sur les dents du Mastodonte à dents étroites des monts Sewalik.* (*Ibid.*, vol. V, p. 294. 1836.) — Falconer, *Note sur l'existence des os fossiles dans les monts Sewalik, à l'est d'Hardwar.* (*Ibid.*, vol. VI, p. 233.) Jusqu'alors les fossiles avaient été rencontrés principalement entre la Jumna et le Setledge, et dans les marnes argileuses entre la Jumna et le Gange; ceux-ci viennent des collines situées à l'est de ce fleuve, et qui bordent la province de Kêmaou. — Cautley, *Note sur un genre de ruminant fo*[illegible] *de la Girafe.* (*Ibid.*, vol. VII, p. 658.) — Mac Clelland [illegible] Hexaprotodon. (*Ibid.*, p. 1039.) — Cautley, *Sur* [illegible] *de Chameau.* (*Ibid.*, vol. IX, p. 620.) — De Blai[illegible] *de Chameau fossile recueillie par M. H. Dur*[illegible] *Ramghur, dans les montagnes sous-himalayen*[illegible] vol. III, p. 528. 1836.) — G. Saint-Hilaire, *Su*[illegible] Sivatherium, *qui appartiendrait au genre Girafe*[illegible] *meau.* (*Ibid.*, vol. IV, p. 53. 1837.) — De Bl[illegible] (*Ibid.*, p. 71.) — G. Saint-Hilaire, *Sur* idem. (*Ibid.*[illegible]

Province de Cutch.

Si de la région dont nous venons de parler on descend vers le S.-O., on trouve les dépôts tertiaires marins de la province de Cutch située entre la bouche orientale de l'Indus et la province de Guzérate. Ces dépôts sont composés de grès argileux durs, mélangés de coquilles et recouverts de lits de cailloux roulés ou de conglomérats tantôt incohérents, tantôt endurcis. Un grès calcaire rempli de petites coquilles est par places susceptible d'être employé pour la bâtisse ou la confection de la chaux. Sur beaucoup de points de leur limite nord, les couches constituent des collines et des plateaux élevés assez étendus. Les parties culminantes sont constamment formées de roches dures, coquillières, enveloppant des plaques plus ou moins considérables de polypiers silicifiés. Vers le bas, le gravier et l'argile sont également remplis de coquilles. Une partie de cette formation tertiaire, dit M. Grant (1), a été dénudée et présente aujourd'hui des dépressions de plusieurs milles de large, avec des buttes ou monticules de gravier épars çà et là. Chaque lit ne renferme souvent qu'une seule espèce de coquille; ainsi l'une des buttes précédentes est surmontée d'une couche exclusivement formée d'*Ostrea callifera*, Lam.

Au sud de Mhurr, les argiles endurcies sont traversées par des basaltes qui affectent des formes colomnaires, et les couches sont très dérangées au pied des collines. Dans la partie nord-est de la province, limitée par la branche orientale de l'Indus, on voit les strates tertiaires s'appuyer sur des calcaires et des marnes avec Nummulites, dont les caractères minéralogiques comme les fossiles paraissent différer essentiellement des précédents. Les roches tertiaires, qui près de Mhurr sont éloignées de 30 milles de la mer, s'étendent ensuite, avec une largeur de 10 milles, sur toute la côte méridionale de la province. Une bande étroite, appartenant encore au même terrain, peut être également suivie autour du Runn et de ses îles.

Les fossiles rapportés par M. Grant, et qui ont été décrits et figurés par M. J. de C. Sowerby, appartiennent à 33 genres et 57 espèces. De ces dernières 47 sont nouvelles, 6 sont connues et n'ont rien de bien caractéristique, et 4 sont douteuses. Parmi les unival-

(1) *Mem. to illustrate*, etc. Mémoire pour accompagner une carte géologique de Cutch. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 302, avec carte et planches de fossiles tertiaires et secondaires. 1837.) — *Madras Journ.*, n° 29, p. 309.

ves, les Mitres et les Volutes dominent, puis viennent les genres Cadran, Cône, Strombe, Cérite, Vis, Peigne et Clypéastre.

Siude.

Dans ses notes sur la structure géologique d'une partie du Sinde, M. N. Vicary (1) décrit cette province et la chaîne de collines d'Hala comme offrant les assises suivantes, en allant de haut en bas : 1° conglomérat; 2° argile et grès; 3° lits supérieurs à ossements; 4° grès peu coquillier; 5° lits inférieurs à ossements; 6° roches arénacées, calcaire avec *Cytherea exoleta*, Lam.? et *exarata*, *Spatangus*, etc.; 7° calcaire d'une teinte claire, arénacé, avec Hipponice, Nummulites, etc.; 8° calcaire à Nummulites de la chaîne d'Hala; 9° schistes noirs d'une épaisseur inconnue. Ces assises souvent redressées constituent des collines de 100 mètres de hauteur et davantage, et les observations faites du cap Monze jusqu'à l'ouest de Larkhana, à 200 milles vers le N., ont démontré leur continuité dans toute cette étendue. Les lits à ossements paraissent représenter l'horizon des grès et des marnes fossilifères des monts Sewalik; les couches avec coquilles marines placées dessous sont probablement parallèles à celles que nous venons de voir dans la province de Cutch, où elles reposent également sur des calcaires à Nummulites; enfin, le tout aurait pour base des roches de la formation jurassique, à peu près aussi comme dans cette dernière province. La belle collection de fossiles rapportée par M. Vicary, et que nous avons pu étudier, grâce à l'obligeance de sir R.-I. Murchison, nous a mis à même de juger de l'importance des couches nummulitiques de la chaîne d'Hala, et de reconnaître que celles du district de Cutch n'en sont que le prolongement au S. Nous y reviendrons d'ailleurs en détail lorsque nous traiterons de ce groupe dont il est intéressant de retrouver ainsi, sur les bords de l'Indus, les fossiles qui le caractérisent dans l'Europe occidentale et sur beaucoup de points intermédiaires.

Ile de Perim.

La composition géologique des côtes du golfe de Cambaye et de l'île de Perim a été esquissée par M. Fuljames (2) et par M. Lush (3). Le premier en a rapporté une grande quantité d'ossements qui ont été examinés par M. Falconer (4). Les ossements fossiles de l'île de

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 12, nov. 1847.

(2) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. V, p. 289.

(3) *Ibid.*, p. 767.

(4) *Description of some fossil remains*, etc. Description de quelques débris fossiles de *Dinotherium indicum*, de Girafe et d'autres

[illegible]

[illegible] mammifères [illegible]

[illegible] Pandimes, de Pyrgas, de [illegible] qui sont associés avec les ossements [illegible] Marcoimmon, comme nous le dirons tout à l'heure.

[illegible] Lond. vol. I, p. 256. [illegible] Ces ossements de mammifères [illegible] golfe de Cambaye qui sépare l'île de [illegible]

(1) Journ. Asiat. Soc. of Bengal, vol. V, p. 289.

(2) Ibid., vol. II, p. 583. — Vol. V, p. 457. — Vol. VII, p. 950.

en a-t-il conclu que la portion de la chaîne de Vindhya, située aux environs de Mandoo, a été soulevée à une époque récente, en même temps que les montagnes de Sichel, entre le Godavery et la Tapty, et que la chaîne de Gawulgurh et les montagnes de Satpura au sud de la Nerbuddah. Tout cet espace était auparavant occupé par des lacs et des marais, où vivaient les animaux d'eau douce, et dans les vases desquels s'accumulèrent les débris de Mastodontes, d'Hippopotames, de Bisons, de *Sivatherium*, etc.

Les couches de Bombay, dans lesquelles ont été trouvés des restes d'une espèce de batracien (*Rana pusilla*), plus petite que la *Rana diluviana* des lignites du Siebengebirge, ne sont pas non plus d'un âge bien déterminé. Elles paraissent appartenir à cet ensemble de roches arénacées et argileuses comprises entre diverses bandes de Diorites et d'Amygdaloïdes, et qui ont été dérangées, puis recouvertes par un manteau de basalte de 25 mètres d'épaisseur (1).

Plateau oriental de la presqu'île de l'Inde.

Nous venons d'indiquer que de vastes lacs d'eau douce avaient dû exister sur une grande portion de la presqu'île située à l'est des Ghates, région occupée par ces immenses plateaux trappéens que sillonnent les affluents du Godavery et de la Kistnah; mais cette assertion repose plutôt sur la présence de coquilles lacustres enveloppées dans les produits ignés que sur celle de véritables couches de sédiment d'eau douce. Ces dernières sont très rares; aussi M. Malcolmson (2) dit-il que ces coquilles ont vécu sous des eaux dont l'emplacement ne peut plus être retrouvé dans la configuration du sol où on les rencontre. Il n'y a aucun lac dans le pays, et d'un autre côté ces coquilles n'ont pu être accumulées en si grande quantité par des rivières semblables à celles qui arrosent à présent la contrée.

Les coquilles ont été rencontrées en place près de Munoor, dans

---

(1) G.-T. Clark, *On neighbourhood of Bombay*, etc. Sur les environs de Bombay, et sur certains bancs avec des Grenouilles fossiles. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 11, vol. IV, p. 221. 1847.) — R. Owen, *On the batracholites*, etc. (*Ibid.*, p. 224.)

(2) *On the fossils*, etc. Sur les fossiles de la portion orientale du district basaltique de l'Inde. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 537, avec cartes, coupes et fossiles. 1837.) — *Madras Journ.*, n° 28, p. 581. 1840. — *Notes explanatory*, etc. Notes explicatives d'une collection d'échantillons géologiques recueillis entre Hyderabad et Nagpour. (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. V, p. 96.)

la chaîne des collines de Sichel ou de Nirmul, située au nord du Godavery, puis dans le plateau basaltique au nord de la rivière Koorm, en descendant vers Hutnoor et sur divers points du passage de Mucklegnudy, en se dirigeant vers la vallée de Berar. Ce sont de nombreuses Gyrogonites, 2 espèces de Cypris, 2 ou 3 espèces d'*Unio* et une grande quantité de Paludines, de Physes et de Lymnées. La roche qui les renferme est d'un aspect très variable. Tantôt les coquilles complétement silicifiées sont dans des *cherts* rouges entourés par le basalte noduleux, et beaucoup de ces *cherts* renferment des *Unio* dont les valves, encore réunies ou à peine ouvertes, contiennent la même substance siliceuse, des fragments de coquilles, de petites univalves et des *Cypris;* tantôt la roche constitue un mélange, toujours peu solide, de sable, d'argile et de débris de coquilles.

La pierre siliceuse est d'un bleu clair, d'un aspect smalloïde; ses cavités sont tapissées de cristaux de quartz d'un rouge pourpre, et tout porte à croire que son état est dû à l'influence des coulées basaltiques qui ont enveloppé les fragments en même temps que les corps organisés. Quoique ceux-ci soient le plus ordinairement changés en silex, il y en a qui ont conservé tous les caractères de leur structure. D'autres fois la substance du test a été remplacée par des cristaux de chaux carbonatée. Beaucoup de morceaux de la roche coquillière sont épars à la surface des plateaux sans que l'on puisse retrouver en place la couche d'où ils proviennent. Près d'Hutnoor, cependant, M. Malcolmson signale un calcaire blanc de 4 mètres d'épaisseur rempli de coquilles lacustres. Il repose sur le granite et il est recouvert de basalte fragmentaire. Les bois de palmier silicifiés et les végétaux charbonnés ne sont pas moins fréquents que les restes d'animaux.

Les espèces fossiles que l'on a recueillies (*Chara Malcolmsonii*, Sow., *Cypris cylindrica*, id., *C. globulosa*, id., *Unio deccanensis*, id., *U. tumida*, id., *Lymnæa subulata*, id., *Physa Princepii*, id. (1), *Melania quadrilineata*, id.; *Paludina deccanensis*, id.), ne paraissent plus vivre aujourd'hui dans aucune des rivières

(1) M. Sowerby a représenté sous ce nom trois coquilles (fig. 14, 15, 16), qui ne sont certainement pas les mêmes. La coquille représentée fig. 15, et qui provient des monts de Chicknes, nous paraît être la *Physa gigantea*, Mich., du calcaire de Rilly, et dont nous parlerons encore ci-après.

de l'Inde; elles appartiendraient alors à une période assez ancienne et antérieure aux agents volcaniques qui ont si puissamment accidenté et bouleversé le pays, sur une étendue de plus de 140 milles. Si l'on remarque, en outre, que les genres Lymnée et Physe n'ont pas encore été signalés dans les formations secondaires, on sera porté à regarder toutes ces coquilles d'eau douce comme ayant vécu pendant l'époque tertiaire, et à placer les éruptions de roches pyrogènes dans une période également tertiaire, mais plus récente.

Des coquilles semblables à celles que nous venons de citer ont encore été trouvées, par M. Spilsburg (1), à 18 milles à l'est de Djabalpoor; par M. Voysey (2), dans la chaîne de Gawulgurh; par M. Spry (3), dans un banc calcaire que recouvre les trapps près de Saugor; par M. Voysey (4), dans une roche siliceuse ou chert des montagnes basaltiques de Madcondah, au sud du Godavery, roche semblable à celle des montagnes de Sichel et enveloppée par le même basalte; à Jirpab, au nord des sources de la Tapty (5); enfin, à 5 milles au sud de Rajah-Mundry, sur le Godavery, des calcaires surmontés de basaltes contiennent beaucoup de coquilles toutes à l'état d'empreintes, excepté les Huîtres. Ce serait le seul exemple d'un dépôt tertiaire marin dans ce district; mais comme l'auteur n'insiste pas sur cette distinction, peut être les couches proviennent-elles de quelque formation secondaire.

La présence des mêmes coquilles lacustres sur une étendue de plusieurs centaines de milles, et enveloppées dans des roches brisées et bouleversées par le basalte, comme les couches secondaires sous-jacentes, doit faire penser que les produits ignés ont surgi, du moins en grande partie, à la même époque, et que la chaîne des Ghates et la chaîne occidentale ont dû participer à cette grande perturbation du sol de la presqu'île indienne. On ne peut, suivant l'auteur, séparer ces chaînes l'une de l'autre, car elles divergent du même point, supportent les mêmes plateaux, les mêmes roches stratifiées, et, à leur jonction avec les Nilgherries, les schistes amphiboleux plongent dans des directions opposées à l'E. et à l'O. des montagnes.

M. Newbold (6) a confirmé les observations précédentes, entre

---

(1) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. II, p. 205 et 583.
(2) *Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 192.
(3) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. II, p. 376-639.
(4) *Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 193.
(5) *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. I, p. 247.
(6) *Summary of the geology of southern India*, p. 41.

Hyderabad et Nagpour, ainsi que la présence des coquilles lacustres changées en calcédoine et remplies de cristaux de quartz hyalin ou rouge, dans des roches siliceuses, en lits minces, plus ou moins complétement dérangées et empâtées dans la masse trappéenne. Il a cité de plus des bancs calcaires coquilliers entre Beder et Hyderabad, et sur d'autres points, comme au sud-ouest de Puddpungallée, sur le Godavery, un calcaire subordonné aux roches ignées qui forment une nappe continue. Cette dernière est presque toujours en contact avec des lambeaux de couches lacustres peu épaisses, restes des anciennes dépressions qui bordaient les massifs trappéens pendant leur épanchement. Madame Mottet (1) a rapporté de Chalmera, entre Sadachepett et Sengum, dans la province d'Hyderabad, des échantillons de Physes qui paraissent être identiques avec la *Physa gigantea*, Mich., que nous avons vue caractériser le calcaire lacustre inférieur du bassin de la Seine.

A Trévincarré (Trivicary), dit M. E. Chevalier (2), des collines de 12 à 15 mètres de hauteur sont composées d'une métaxite rougeâtre avec protoxyde de fer et des plaques de kaolin. On y trouve beaucoup de troncs d'arbres silicifiés qui, privés de leurs branches et de leurs racines, ont dû être apportés d'une assez grande distance. Il n'y a point de fossiles animaux, et l'auteur regarde cette métaxite comme du même âge que celle de Singaponr, qu'il rapporte à la formation tertiaire moyenne, sans que ses motifs nous aient paru suffisamment développés. Il existe aussi des grès ferrugineux avec des lignites et de la résine copal au pied des montagnes de Travancore.

Versant sud de l'Himalaya.

En se dirigeant au nord de Calcutta, vers les monts Kossia, M. Mac Clelland (3) a trouvé à la base de ces dernières des calcaires à Nummulites, puis, en montant le Cherraponji, une puissante assise de grès. A environ 500 mètres d'altitude se montrent des traces d'ancien rivage et un banc de coquilles (Peignes, Buccardes, Huîtres, Térébratules et Mélanies) dont les analogues ne vivent plus dans le golfe du Bengale, et n'existent point dans les strates secondaires du versant septentrional de l'Himalaya. Sur à peu près

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 383. 1848.
(2) *Voyage de la corvette* la Bonite, *géologie et minéralogie*, p. 349.
(3) *A letter*, etc. Lettre adressée à M. Lyell. (*Proceed geol. Soc. of London*, vol. II, p. 566.)



100 espèces de coquilles provenant de Kossia et de Cherraponji, comparées avec un même nombre du bassin de la Seine, il paraîtrait y en avoir 20 de communes aux deux pays.

Plus haut, des grès avec des empreintes de coquilles et d'Alcyons rameux forment la seconde partie abrupte de la chaîne. Sur ces grès repose un calcaire compacte, rempli de *Trochus*, de Cérites, de Modioles et de *Pileolus plicatus*, Sow., puis vient un banc de charbon de 7 à 10 mètres d'épaisseur, avec des plantes dicotylédones. Le banc coquillier précédent reparaît sur le versant opposé de la chaîne. En traversant celle-ci, vers le centre du groupe qu'elle constitue, on voit les grès qui supportent le calcaire et le charbon à Cherraponji occuper une surface presque horizontale de 15 à 18 milles d'étendue. Au delà, de fréquentes dislocations sont en relation avec le voisinage des diorites qui par places ont communiqué au grès une texture compacte et une cassure luisante. Ces coupes, prises sur le versant méridional de l'Himalaya, dans la partie qui avoisine de plus près le golfe du Bengale, rappellent, jusqu'à un certain point, les caractères et la disposition des formations inférieure et moyenne du terrain tertiaire de l'Europe.

Presqu'île orientale de l'Inde.

On a déjà dit que plusieurs espèces de mammifères des collines Sewalik avaient été rencontrées dans le bassin d'Irawaddy, et M. Jeffries Wyman (1) a signalé une portion de mâchoire inférieure de Mastodonte, recueillie sur le bord de ce fleuve au-dessous d'Ava. Ce fragment paraît se rapprocher du *M. elephantoides*, Clift. M. Foley (2) a décrit un calcaire compacte blanc, tertiaire, dans l'île de Rambree, près du village de Saain-Kyong.

La colline du palais du gouvernement à Singapour est composée d'une métaxite dont l'épaisseur est de 100 mètres, suivant M. E. Chevalier (3). Au-dessous sont des argiles schisteuses grises et rouges, et le tout est incliné de 30° à 40° au N.-O. D'après l'opinion de M. Cordier, ces dépôts, placés sur l'horizon des faluns du bassin de la Loire, appartiendraient à la formation moyenne et seraient le type du terrain tertiaire australien dont nous parlerons plus loin. En outre, l'auteur pense que les conglomérats madréporiques

(1) *Amer. Journ.*, vol. [illegible] — Voyez aussi : Buckland, *Transact. geol. Soc* [illegible]
(2) *Journ. asiat. Soc. of B*[illegible]
(3) *Voyage de la corvette la B*[illegible] *néralogie*, p. 237, in-8, avec [illegible]

de l'océan Pacifique (p. 289) sont de l'âge du crag d'Angleterre; mais ce rapprochement ne paraît pas être suffisamment démontré. Parmi eux se trouvent probablement les formations de coraux que nous avons placées dans le terrain quaternaire, à cause de l'identité des espèces de polypiers avec celles qui vivent dans les mers voisines.

(p. 300.) Les environs de Malacca offrent, à partir d'un quartzite très incliné, des couches horizontales d'argiles grises, bigarrées de rouge, d'argiles sableuses et ferrugineuses, et du fer en amas dans une argile rouge. Ces argiles sableuses, qui atteignent jusqu'à 30 mètres d'épaisseur, occupent des niveaux assez différents. Les couches comprises entre les quartzites et l'argile rouge seraient du même âge que celles de Singapour, et cette dernière argile représenterait la fin de la période; mais nous sommes porté à croire qu'elle appartient à la grande formation du latérite dont nous allons parler.

M. Lucas (1) a fait connaître une nouvelle espèce de crustacé fossile du genre *Macrophthalmus*, trouvée dans un calcaire gris, dur, argileux, près du détroit de Malacca, et dont l'âge est resté indéterminé. Depuis longtemps A.-G. Desmarest (2) avait décrit un assez grand nombre de crustacés fossiles de l'Inde, sans indication de gisement. D'après ce qu'il dit (p. 126), qu'en général les crustacés brachyures fossiles viennent des côtes du Malabar, de Tranquebar, de Coromandel, de Java, des Philippines, de la Chine et du Japon, et, d'après les caractères de ces espèces, on pourrait présumer qu'elles ont été trouvées dans les dépôts quaternaires signalés sur ces divers points.

Dès 1792, Labillardière avait fait mention de l'*ampo* ou *tanah-ampo*, terre qui sert d'aliment aux naturels de Sumatra et de Java. Dans la dernière de ces îles on la trouve jusqu'à 1300 ou 1400 mètres d'altitude, au milieu des montagnes secondaires. Elle est solide, plastique et collante; on la pétrit, puis on la roule en forme de petits bâtons que l'on fait sécher sur des charbons pour être mangés ensuite. M. Ehrenberg (3), qui a examiné cette terre, y a trouvé 3 ou

(1) *Ann. des sc. nat.*, vol. XIII, p. 63.
(2) *Histoire naturelle des crustacés fossiles*, in-4. Paris, 1822. Ouvrage dans lequel Al. Brongniart a décrit les Trilobites.
(3) *Acad. de Berlin*, 25 mai 1848. — L'*Institut*, 13 décembre 1848.

4 infusoires polygastriques et 13 *Phytolitharia* qui semblent indiquer une argile de l'époque tertiaire et d'origine lacustre.

Latérite

Dans son *Voyage de Madras à travers la province de Mysore* (1), Buchanan donna le nom de *latérite* (2) à une argile ferrugineuse qu'il avait eu occasion d'observer. Cette roche fut ensuite mentionnée par B. Babington (3), puis par le docteur Voysey (4). M. J. Calder (5) la regarda comme étant associée au trapp qui se termine sur la côte orientale de l'Inde, un peu au nord du fort Victoria ou Bankot, mais en réalité elle s'étend à peu d'exceptions près jusqu'à l'extrémité de la péninsule, recouvrant la base des montagnes et percée seulement sur quelques points par le granite (Malvan, Calicut). Elle se prolonge aussi sur les côtes de Ceylan, où on la nomme *kabuk*.

La surface des Nilgherries, les plus hautes montagnes de la péninsule, qui atteignent 2133 mètres au-dessus de la mer et terminent au S. les Ghates qu'elles réunissent à la chaîne orientale, est couverte d'une terre végétale argileuse ou tourbeuse, puis accidentellement d'une terre jaune, ferrugineuse, avec silice ressemblant au tripoli et d'une couche de détritus des roches sous-jacentes. Sous cette dernière vient un banc de terre argileuse, rouge, passant quelquefois à la lithomarge et ayant jusqu'à 12 mètres d'épaisseur. Cette argile veinée de rouge, de jaune, de bleu, de gris, de brun, etc., résulterait exclusivement, d'après M. Banza (6), de la décomposition des deux roches qui constituent ces montagnes, le granite syénitique et le diorite. L'altération qui se continue encore sous cet épais manteau paraît être indépendante des influences atmosphériques. Les veines de quartz de la roche sous-jacente non altérée se continuent sans interruption dans le dépôt argilo-ferrugineux qui la recouvre, de façon à prouver d'une manière certaine l'origine de ce dernier. Quant aux veines de feldspath qui sont dans

---

(1) Vol. II, p. 436.

(2) Mot dérivé de l'indien *lateritic*, qui exprime l'usage de cette argile pour la confection des briques.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 329.

(4) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, août 1833.

(5) *General observations*, etc. Observations générales sur la géologie de l'Inde. (*Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 1. 1833.)

(6) *Geological sketch*, etc. Esquisse géologique des Nilgherries. (*Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. IV, p. 413. 1835. — *Journ. de Madras*, 1836.)

le même cas, la portion qui pénètre dans l'argile ferrugineuse est changée en kaolin. Des couches épaisses de fer magnétique et d'oxyde de fer hydraté existent aussi dans l'argile, mais l'auteur ne pense pas que les masses puissantes de fer hématite fassent partie du latérite.

Tout le massif cristallin des Nilgherries est pénétré de dykes basaltiques, mais nulle part on n'aperçoit de dépôts secondaires ni tertiaires proprement dits ; on n'y voit pas non plus de calcaire ni même de kunker, et le latérite n'y présente aucune trace de fossiles ni aucune apparence de stratification. Aussi M. Banza regarde-t-il le soulèvement de ces montagnes comme antérieur à l'apparition des êtres organisés sur la terre, et rejette-t-il l'opinion qui assigne à ce phénomène, ainsi qu'au soulèvement des Ghates, une origine comparativement assez récente.

Le latérite, dit M. W.-H. Syke dans son *Mémoire sur une portion du Dukhun* (1), est une argile ferrugineuse tachée de rouge et de jaune, molle lorsqu'on l'exploite, et facilement disposée en forme de briques ou de grosses pierres carrées employées dans la bâtisse. Elle durcit rapidement à l'air, ne renferme point de corps organisés et s'élève à 1370 mètres d'altitude vers les sources de la Kistnah. Entre la côte et la grande chaîne occidentale, elle occupe une surface qui s'étend du Kunkun méridional au cap Comorin, pour se continuer au delà dans l'île de Ceylan.

Les observateurs, dont nous venons de rappeler les recherches et auxquels il faut ajouter M. Christie (2) et M. Everest (3), ont regardé le latérite soit comme un résultat de la décomposition des diverses roches cristallines, soit comme une conséquence de la présence seule du trapp qu'il semble accompagner constamment; mais pour M. R. Cole (4), ce serait un composé de débris de roches plus anciennes. Ce dernier a étudié fort en détail les Collines Rouges des environs de Madras, qui forment de faibles ondulations à 8 milles au nord-ouest de la ville, et dont le latérite occupe une surface triangulaire d'environ 50 milles carrés. Le dépôt comprend des pierres ferrugineuses, stratifiées, placées horizontalement et divisées par des fentes verticales. A l'intérieur, la

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 409. 1836.
(2) *Edinb. new phil. Journ.*, vol. XV, p. 156.
(3) *Gleanings in science*, 1831.
(4) *Madras Journ. of litter. and science*, n° 12. 1836. — *Bull.*, vol. XI, p. 271. 1840.

roche a les caractères d'un conglomérat avec des cailloux roulés de grès, de toûtes les grosseurs, reliés par un ciment argilo-ferrugineux colorant la masse en rouge pourpre ou bleuâtre. Par places, la roche devient caverneuse; ses vides sont remplis de terre ocreuse jaune ou rouge, quelquefois d'argile blanche semblable à du feldspath décomposé. Dans le latérite le plus compacte, on trouve encore des cailloux de plusieurs espèces de roches cristallines. Son aspect est, au reste, très variable; tantôt il est dur, compacte, pesant, très ferrugineux et caverneux, tantôt pisiforme avec de petits cailloux agglutinés, ou bien à l'état meuble et composé de graviers épars à la surface du sol. Les fragments de roche qu'on y trouve ainsi que dans le gravier viennent de montagnes éloignées quelquefois de plusieurs centaines de milles, et il a été employé dans la construction de la plupart des anciens édifices de Madras.

M. J. Clark (1) attribue sa formation à l'action mécanique et chimique de l'eau sur les roches cristallines, pendant un laps de temps énorme, puisque celles-ci n'ont été recouvertes par aucun sédiment lacustre ou marin, et ont été par conséquent toujours émergées. Le phénomène aurait été favorisé par la température chaude et humide de l'Inde et par la grande quantité de fer contenu dans les roches anciennes. Plus tard, le même naturaliste a distingué deux sortes de latérite (2), l'une résultant de l'hyper-oxydation et de la décomposition d'une roche en place, l'autre, de matériaux décomposés, charriés ensuite par les eaux superficielles. Pendant la saison chaude le sol se crevasse, et dans les temps de pluie des masses de terre sont emportées et entraînées dans les fissures.

M. Malcolmson (3) a observé aussi le latérite dans les profondes vallées de Coorg, depuis le niveau de la mer jusqu'à plusieurs milliers de pieds au-dessus, et partout il l'a trouvé reposant sur la syénite ou sur d'autres roches granitiques de la décomposition desquelles il paraît résulter. A Colter et dans d'autres endroits, sur le bord du grand district basaltique, il recouvre le basalte, formant le sommet des collines ou une sorte de revêtement extérieur. Il en est

---

(1) *Madras Journ.,* [illegible]

(2) *Geology of Bang*[illegible] Bangalore et de quelques autres parties du My[illegible]

(3) *Transact. geol. S*[illegible]

de même sur le plateau de Deccan, entre le Godavery et le Manjera. Malgré quelques variations, on peut dire que les caractères et la composition de ce dépôt se maintiennent sur une surface de 30 degrés de longitude et de 20 degrés en latitude. Nulle part on ne trouve de preuve de son origine volcanique, comme l'ont cru quelques géologues, et l'on ne peut le regarder comme l'équivalent de certaines roches d'Europe, ainsi que d'autres l'ont proposé. On a d'ailleurs confondu sous le même nom des roches qui n'en sont que des remaniements, et d'autres, d'apparence ignée, semblables à celle qui a dérangé les grès diamantifères de Pennar, etc. Il en est probablement de même du latérite du Bundelkhund auquel M. J. Franklin attribue une cause diluvienne (1).

M. Baird Smith (2) admet avec M. Clark que l'origine du latérite est la même que celle de l'argile lithomarge, c'est-à-dire la décomposition sur place des roches cristallines par l'action de l'atmosphère, et que ses variétés résultent de différences correspondantes dans les roches d'où elles proviennent. L'altération de celles où le quartz domine par rapport au feldspath et à l'amphibole produit le latérite, tandis que l'altération des roches où le quartz est moins aboudant les change en lithomarge. Dans presque toute la partie méridionale de l'Inde où la syénite est la roche dominante, le latérite l'accompagne. A l'appui de cette manière de voir, l'auteur a observé, dans une exploitation située près de Bangalore, que l'argile lithomarge commençait à $0^m,45$ ou $0^m,60$ au-dessous de la surface du sol, que plus bas elle se montrait avec des teintes variées, qu'à $4^m,50$ elle devenait blanche, un peu plus tenace, et que le feldspath se présentait sous forme de terre blanche, qu'à 6 mètres la roche se rapprochait de plus en plus de l'état non altéré, quoique déjà friable, et qu'à $6^m,60$ se montrait la pegmatite où l'on n'apercevait plus que le quartz et le feldspath, bien que l'action décomposante se prolongeât sans doute encore de 2 à 3 mètres. Ainsi la roche primitive aurait été plus ou moins modifiée par les agents atmosphériques sur une épaisseur de 10 à 12 mètres. Des lavages ont prouvé en outre que ces portions altérées étaient aurifères.

M. Newbold, dont nous avons souvent eu occasion de rappeler les recherches intéressantes sur les diverses parties de la géologie de l'Inde, s'est également occupé du latérite. Ayant fait remarquer

---

(1) *Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 101.
(2) *Madras Journ.*, n° 27, p. 315.

aussi (1) que l'on avait donné ce nom à des roches différentes, il indique, comme étant le véritable type désigné par Buchanan, celui du Malabar et de Conara, qui recouvre le basalte au pied occidental des Ghates. Le latérite forme autour de Beder, au nord-ouest d'Hyderabad, des escarpements de 20 à 70 mètres d'élévation et au bas desquels se montre le trapp. A l'O., des veines de manganèse, mélangées de minerai de fer, coupent le latérite près de son contact avec le trapp (2), circonstance qui paraît se retrouver sur d'autres points, particulièrement sur les côtes du Malabar. A Beder comme à Colliany et à Belgaum, le latérite est exploité pour les constructions.

Les grès ferrugineux tendres, ou *grès latéritiques*, composent les collines basses situées à l'ouest de Pondichéry et connues aussi sous le nom de *Collines rouges*. Leur largeur est de 2 milles et leur longueur de 8 ou 9, suivant la direction des côtes. Les bois monocotylédones silicifiés y sont surtout abondants près de Trivicary, 15 milles à l'ouest de la ville. Ces grès, qui reposent sur le calcaire secondaire et que l'auteur rapporte au latérite, sont ceux que M. E. Chevalier regardait comme représentant la formation tertiaire moyenne. Les bois silicifiés ont la plus grande ressemblance, quant aux caractères minéralogiques et à leur gisement, avec ceux des environs du Caire dont nous parlerons ci-après. Dans les deux pays, ils sont recouverts de gravier, de sable, et surmontent un calcaire marin à peine incliné; ils ont été dénudés jusqu'à mettre à découvert le calcaire sous-jacent, et aucune trace d'action volcanique ne se montre dans leur voisinage (3).

Des grès coquilliers, qui seraient encore de l'âge du latérite et des grès de Pondichéry, se voient sur la côte à l'extrémité de la péninsule. Les coquilles paraissent être les mêmes que celles qui vivent aujourd'hui sur la plage. Ces grès se prolongent à travers le détroit vers Ceylan comme une chaîne basse, interrompue et en partie recouverte par la mer. Cette banquette sous-marine, qui a

---

(1) *Madras Journ.*, n° 18, p. 52. 1838.

(2) *Note sur la position du latérite, près de Beder.* (*Madras Journ.*, n° 27, p. 244. 1840.) — Voyez aussi : *Notes géologiques entre Bellary et Bidjapour.* (*Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. XI, p. 929. 1842. — *Id.*, vol. XIV, p. 989. 1844.)

(3) Voyez aussi : Kaye, *Observations sur certains lits fossilifères de l'Inde méridionale.* (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 204. — *Transact.* id., vol. VII, part. 3, p. 85. 1846.)

été coupée pour faciliter le passage des navires, paraît avoir été élevée à la même époque que le latérite. La partie méridionale de Ramnad et de Tinnivally, le cap Comorin et la côte opposée de Ceylan sont encore occupés par ces grès ferrugineux coquilliers, dont le rapprochement nous paraît laisser quelque incertitude.

La plus grande épaisseur qu'atteigne le latérite est de 66 à 70 mètres; ses bords, comme ceux des trapps, sont abruptes ou à pentes rapides. La surface des plateaux constitue une plaine horizontale, élevée de 819 mètres au-dessus de la mer. Jamais le latérite n'a été vu recouvert par le trapp, ni alternant avec lui, ni sous forme de dyke ou de filon. Les veines et les couches de manganèse qu'il renferme, lorsqu'il recouvre les roches granitiques ou les schistes cristallins, dans le sud des Mahrattes, s'opposent à ce qu'on puisse le regarder comme un produit de leur décomposition ; il en est de même de l'absence de fragments de calcédoines ou de zéolites, si fréquents dans ces roches sous-jacentes, tandis qu'on y trouve des fragments roulés de roches tout à fait étrangères au pays. M. Newbold repousse encore cette origine en faisant voir que le latérite reposant sur des calcaires n'en renferme aucune trace, et que lorsqu'il surmonte les trapps, on y rencontre des veines de manganèse, substance qui manque dans ces mêmes trapps. Il existe, à la vérité, des roches ferrugineuses, résultant de la destruction des roches cristallines et trappéennes, dont les éléments, entraînés par les pluies, sont réagglutinés ensuite; mais les caractères généraux du latérite ne permettent pas de lui assigner cette cause.

L'absence de débris d'animaux fossiles pourrait résulter de la grande quantité d'oxyde de fer dont les eaux étaient chargées, et M. Newbold attribue la présence de ce dépôt remarquable, propre à l'Inde, à la nature très ferrugineuse des roches ignées et granitiques d'où certainement il provient. Nous regrettons d'ailleurs de n'avoir pas bien saisi la pensée du savant voyageur à ce sujet, lorsque dans son *Résumé de la géologie de l'Inde méridionale* (1), il parle d'une *ségrégation et d'un réarrangement postérieur des différentes parties minérales, dans la substance de la roche elle-même, par un procédé du laboratoire de la nature, approchant de la cristallisation*, résultat auquel l'électricité aurait concouru et

(1) *Summary of the geology*, etc., in-8. 1845.

que l'action de l'eau aurait complété, ce qui en ferait à la fois, comme il le dit, des roches d'origine mécanique et aqueuse.

Le latérite paraît avoir occupé autrefois des étendues beaucoup plus considérables qu'aujourd'hui. Des effets de dénudation se remarquent sur une grande échelle dans l'intérieur de la partie méridionale de l'Inde. Les sommets des montagnes de granite, de roches ignées et de grès sont surmontés de latérite en couches horizontales, tandis qu'il manque dans les plaines et les vallées intermédiaires. Il est aussi très développé dans la presqu'île orientale ou Malaye, particulièrement sur la côte ouest de la province de Wellesly, sur celle de Salangore, sur les îles voisines, à Malacca et à Muar. Les caractères extérieurs des collines qu'il y constitue sont semblables à ceux que l'on voit vers le pied occidental des Ghates, le long de la côte de Malabar (1), et il est probable que les couches ferrugineuses, dont nous avons parlé ci-dessus, d'après M. E. Chevalier, appartiennent encore à cette vaste et problématique formation.

Le latérite est plus ancien que le *regur* et le *kunker* qui le recouvrent, et il est plus récent que les trapps sur lesquels il repose, que les calcaires secondaires avec fossiles de Pondichéry et que les grès et les calcaires diamantifères qu'il surmonte également. Il n'a jamais été traversé par les trapps qui coupent ces derniers; mais suivant M. Newbold il serait contemporain du mouvement ou de la série de mouvements à la suite desquels les Ghates occidentales furent élevées au-dessus des eaux, car il recouvre leurs sommets, brisé en grands blocs irréguliers, et s'étend d'une manière plus continue et avec moins de traces de dérangement de leur base jusqu'à la mer. Nous ferons remarquer toutefois qu'il n'existe pas encore de preuve suffisante du soulèvement, ou mieux de l'émersion de cette chaîne de dessous l'Océan, à une époque aussi récente que l'épanchement des trapps et le dépôt du latérite. S'il en avait été ainsi, on devrait trouver des sédiments marins superposés aux roches ignées, ou alternant avec elles, ou bien encore inclinés sur leurs flancs, ce qui n'a pas été observé. Tout porte à croire, au contraire, que cet immense épanchement de matières ignées s'est fait à l'air libre, que le latérite, qui n'offre aucun caractère d'origine marine ni même lacustre, s'est formé après, et que des secousses de tremblements de terre, ou peut-être une sur-élévation de la chaîne auront à la fois

(1) *Madras Journ.*, n° 18, p. 52. 1838.

brisé les nappes basaltiques refroidies, et déchiré le manteau de latérite qui les recouvrait.

Cette supposition est même en partie confirmée par l'auteur, lorsqu'il ajoute que, de l'état non altéré du latérite à sa jonction avec le granite, et des fragments de cette roche comme de ceux de trapp qu'on y trouve enveloppés, on peut conclure que le granite et les trapps ont été soulevés à l'état solide. Il regarde, en outre, le latérite comme plus récent que les couches siliceuses lacustres de Nirmul et que les calcaires, parce que ces roches ont été traversées et altérées par les trapps, ce qui est d'ailleurs la conséquence de la postériorité du latérite aux trapps, de l'antériorité, au contraire, des couches lacustres à ces mêmes trapps, et la preuve en même temps de l'ancienneté du soulèvement de la masse entière de la péninsule au-dessus du niveau des mers.

Résumé du terrain tertiaire de l'Inde.

Le terrain tertiaire de l'Inde nous offre donc, sous tous les rapports, des caractères remarquables qui le différencient notablement de celui de l'Asie occidentale, et encore plus de celui de l'Europe. Non seulement il serait assez difficile, dans l'état actuel de la science, d'établir un parallélisme de détail avec les diverses formations de ces deux parties de l'ancien continent, mais encore, lorsqu'on vient à considérer ce terrain en lui-même, on ne se rend pas bien compte de la succession ou de la contemporanéité des dépôts dont nous avons essayé d'esquisser les principaux caractères et la disposition générale. Si, d'une part, les graviers, les grès, les argiles et les marnes à ossements, qui forment au S. et au S.-O. la ceinture de l'Himalaya et qui sont d'origine lacustre ou torrentielle, peuvent être représentés à l'O., sur le pourtour du golfe de Cambaye et jusque dans la vallée supérieure de la Nerbuddah, par des dépôts renfermant les mêmes fossiles, et à l'E., dans le bassin de l'Irawaddy, par une formation analogue, de l'autre, on peut se demander quelle est la relation de ces dépôts d'eau douce avec les couches marines de la province de Cutch et du Sinde, de même que le rapport de ces dernières avec celles des monts Kossia et de Cherraponji à l'E. Ce que nous savons seulement avec certitude, c'est la postériorité de ces mêmes couches marines au grand horizon du groupe nummulitique asiatico-méditerranéen qu'elles recouvrent.

Dans toute la péninsule indienne proprement dite, il n'y a pas de couches tertiaires marines bien authentiques. Celles dont nous avons parlé paraissent être de l'époque quaternaire, comme le

kunker et le regur qui les représenteraient sur la surface alors émergée du continent. Les dépôts les plus anciens sont lacustres, peu épais, d'une faible étendue, et, d'après leurs fossiles, semblent remonter à la période tertiaire inférieure.

Non seulement tout le massif de l'Inde était au-dessus de la mer, mais encore il n'offrait que des bassins d'eau douce insignifiants. C'est pendant cette période qu'eut lieu l'immense débordement de roches ignées, dont aucune autre partie du globe n'offre un pareil exemple. D'après la disposition qu'elles affectent, ces roches doivent s'être épanchées à un état extrêmement fluide et en une seule fois, ou à très peu près, puisqu'on ne les voit alterner nulle part avec des roches sédimentaires. Leur arrivée au jour interrompit la formation des dépôts lacustres qui furent complétement détruits et enveloppés dans ces torrents de matières ignées, de telle sorte qu'aucune trace des petits bassins qu'ils occupaient ne peut être retrouvée.

Sur ces vastes nappes refroidies le latérite s'est accumulé, et dans des conditions telles qu'il ne nous a transmis aucun débris des animaux qui devaient vivre alors dans le pays. Cette circonstance n'est pas moins remarquable que sa formation, sans exemple ailleurs, si l'on a égard à l'étendue de la surface qu'occupe le latérite et au laps de temps qu'il a dû mettre à se déposer. Enfin, les grès ferrugineux avec lignites et bois silicifiés, quel que soit leur âge, ne nous éclairent pas davantage, et les relations géologiques des phénomènes de l'époque tertiaire, dans le nord et dans le sud de l'Inde, restent encore à établir comme avec ceux du reste du globe (1).

(1) Un fait cependant aurait pu jeter quelque jour sur ces questions, s'il avait été plus complétement étudié : c'est que les couches à ossements de la vallée supérieure de la Nerbuddah sont recouvertes par des nappes épaisses de basalte, et, si ce basalte appartient au grand épanchement trappéen du centre de la péninsule, on pourrait regarder les dépôts lacustres qu'ils ont disloqués dans cette dernière région comme contemporains des couches à ossements du pied de l'Himalaya, de l'île de Périm, du bassin de l'Irawaddy, etc. Mais une objection zoologique vient s'opposer à ce rapprochement, [illegible] la faune des mollusques terrestres et d'eau douce des couch[illegible] du centre, comparée à celle des animaux vertébrés des d[illegible] ques du Nord, offre un résultat inverse de ce qui eut li[illegible] l'époque quaternaire, puisque la première faune [illegible] tement éteinte, et que la seconde, indépendamment [illegible] anomalies qui la caractérisent, aurait encore des représen[illegible]

la nature actuelle. Pour résoudre cette partie de la question, il faudrait comparer les coquilles fluviatiles et terrestres qui accompagnent les ossements de vertébrés dans les collines Sewalik avec celles qui vivent encore dans l'Inde, et c'est ce qui ne paraît pas avoir été entrepris.

Nota. — Nous donnons ici, sur le lavage de l'or, les indications suivantes, qui ont été omises dans la *première partie* (*antè*. p. 330). — J. Warren, *Observations on the gold ore*, etc. Observations sur les mines d'or trouvées dans les provinces orientales du Mysore. (*Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. III, p. 463.) — Monuram, *Native account*, etc. Rapport sur les lavages d'or dans l'Assam. (*Ibid.*, vol. VII, p. 621 et 625.) — Newbold, *Observations sur les ressources minérales de l'Inde méridionale.* (*Soc. asiat. de Londres*, 4 juin 1842. — *The Athenæum*, 11 juin *id.* — 18 et 25 juin *id.*)

CHAPITRE XIII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'AFRIQUE.

§ 1. Afrique orientale.

Abyssinie, et

D'après M. A. d'Abbadie (1), tout le Tchama est occupé par des couches marines très peu anciennes. Le sol y est jonché de coquilles blanches et parfaitement conservées. Les îles de la mer Rouge, excepté trois ou quatre pics volcaniques, paraissent être formées de couches du même âge, et, aux environs de Toujourra, les côtes offrent des dépôts marins très récents qui s'élèvent à 40 et 50 mètres au-dessus de la mer. D'après les coquilles dont les espèces vivent encore dans les eaux voisines, on peut conjecturer qu'ils sont de l'époque quaternaire et peut-être même de l'époque actuelle, comme ceux que nous avons mentionnés (*antè*, vol. I, p. 393). M. Rochet d'Héricourt (2) pense qu'il existe dans le pays d'Adel de petits bassins tertiaires dont les couches auraient été traversées en tous sens par les éruptions volcaniques, et quelquefois soulevées et portées à des hauteurs assez considérables. Il serait sans doute prématuré de regarder comme appartenant à la formation tertiaire inférieure le calcaire argilo-siliceux qui occupe une surface assez étendue à Gaubad, dans le désert des Adels, à 25 lieues au sud-ouest de la baie de Toujourra, le rapprochement ayant été établi seulement d'après la présence du *Cerithium subpunctatum*.

Les bords de la mer Rouge, en face de Massouah, présentent aussi une série de collines tertiaires peu anciennes. Ce sont des sables plus ou moins argileux et des calcaires coquilliers avec des bancs de gypse, reposant sur des roches granitiques et porphyriques. Des éruptions volcaniques ont eu lieu dans le voisinage depuis les temps historiques (3).

---

(1) *Lettre sur quelques points de l'Abyssinie*. Bull. p. 121. 1839.

(2) *Compt. rend.*, vol. XXI, p. 923. 1845.

(3) Vignaud, *Rapport géologique et minéralogique sur la*

Le fleuve Bleu coule au milieu de couches d'eau douce qui ont tous les caractères d'une alluvion ancienne. La partie la plus inférieure seulement est un calcaire gris noir, sonore, qui tend à prendre une texture cristalline. Les fossiles sont des fragments de végétaux et des coquilles dont les analogues vivent dans les eaux environnantes. Entre Resserres et Sennaar, les alluvions sont encore semblables à celles que l'on observe entre cette dernière ville et Chardum. Ce sont des conglomérats, dont les éléments sont plus ou moins gros, en couches horizontales et reposant sur un banc de sable que supporte à son tour un lit d'Huîtres (1). Nous n'avons d'ailleurs aucune donnée précise pour assigner l'âge de ces dépôts qui pourraient être aussi bien quaternaires que tertiaires. Un immense bassin d'eau douce paraît avoir existé dans le voisinage du Nil Blanc, près du royaume de Bari, où se montrent également des basaltes, des tufs volcaniques et des scories (2).

Egypte.

Dans la vallée du Nil le terrain tertiaire, dit M. Lefèvre (3), s'étend des bords de la Méditerranée à Syout ; il repose souvent, à stratification discordante, sur le calcaire nummulitique, dont la surface est ondulée par places, et que l'auteur rapporte à la formation crétacée. M. Russegger (4) a tracé de même la limite du terrain tertiaire entre Suez et Syout, et indiqué les grès qui forment une bande étroite de la première de ces villes au Caire. Le calcaire et les marnes occupent les plateaux ou les collines qui bordent à l'E. et à l'O. la vallée du Nil jusqu'au 27° lat. N.

M. Newbold (5) place au-dessus des calcaires à Nummulites,

---

du Tigré. (*Bull.*, vol. XIV, p. 492. 1843.) — Voyez aussi : Ferret et Galinier, *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 881. 1844.

(1) Russegger, *Observations géologiques dans la Haute-Egypte, la Nubie, le Sennaar, le Kordofan.* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 687. — 1837, p. 665. — 1838. p. 36, 299, 401, avec coupes, et 623. — 1840, p. 1. — *Bull.*, vol. X, p. 236. 1839.) — Voyez aussi : Lefèvre, *Bull.*, vol. X, p. 146. 1839.

(2) H. Girard, *Géologie du nord-est de l'Afrique au sud de l'Abyssinie.* (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 311.) Mémoire fait d'après la carte de Zimmermann et les échantillons rapportés par MM. Russegger et Werne. — *De la nature du sol de l'Afrique centrale sur les deux rives du Bahr-el-Abiad supérieur jusqu'aux monts de la Lune.* (*L'Echo*, 6 oct. 1844.)

(3) *Bull.*, vol. X, p. 144. 1839.

(4) *Reisen in Europe, Asien*, etc. Carte géologique de l'Egypte. 1842.

(5) *On the geology*, etc. Sur la géologie de l'Egypte. (*Proceed.*

dont nous parlerons plus tard, un grès qu'il nomme *grès supérieur*. Ce grès, associé à des marnes calcaires, gypseuses et salifères, en bancs horizontaux, constitue des monticules et des lambeaux qui, depuis le littoral de la Méditerranée, se prolongent dans les déserts de la Nubie et de la Libye jusque dans l'Abyssinie. Cette disposition résulte de la dénudation des parties meubles, tandis que les plus solides sont demeurées en place, isolées çà et là à la surface du désert, et affectant des formes irrégulières et bizarres. Les caractères de ce grès sont très variables : tantôt il est cristallin, compacte, rouge de sang, blanc ou jaune ; tantôt tendre, et passant à un conglomérat avec des cailloux anguleux et arrondis de quartz, de chert, de jaspe, provenant du calcaire sous-jacent. Le ciment est ordinairement siliceux et ferrugineux avec du feldspath décomposé, et quelquefois du calcaire. Les bancs de grès sont très minces, et leur puissance totale varie de 54 à 60 mètres. Les marnes qui y sont intercalées ont rarement plus de 3 mètres d'épaisseur et souvent beaucoup moins.

Les couches, qui recouvrent la grande plate-forme du désert de la Libye, de la Méditerranée à l'oasis d'Ammon, contiennent, d'après M. Ehrenberg, des formes organiques tertiaires déjà connues (1). Elles renferment aussi des lits de carbonate et de sulfate de chaux cristallisés. La dernière de ces substances est associée au sel marin. Par suite des actions de l'eau et de l'atmosphère, ces divers corps, réagissant les uns sur les autres, déterminent des conditions chimiques nécessaires à la production du muriate de chaux, du carbonate et du sulfate de soude, que l'on trouve dans les lacs de Natron excavés dans cette formation. Les plus célèbres sont les six lagunes situées au nord et sur le flanc oriental de la vallée appelée *Rivière sans eau* (*waterless river*), à 50 milles au sud d'Alexandrie et à 26 de la branche occidentale du Nil. Elles forment une suite d'étangs peu profonds, remplis par l'eau qui filtre à travers la marne et le sable sur leurs bords, et qui est ordinairement rouge, probablement à cause de la présence d'une matière végéto-animale. Dans la saison chaude, cette eau rouge a une odeur très fétide, ammoniacale, et une saveur alcaline caustique. Par l'évaporation, les sels se déposent et incrustent les bords des lagunes où ils sont

---

geol. Soc. of London, vol. III, p. 782. 1842. — *Quart. Journ.*, id., n° 16, p. 349. 1848.)

(1) *London and Edinb. philos. magaz.*, juin 1841, p. 445.

recueillis. Il n'est pas d'ailleurs certain, comme on l'a avancé, que le fond de ces étangs soit plus bas que celui de la rivière, et encore moins au-dessous de la surface de la mer.

Un conglomérat, qui recouvre horizontalement les calcaires inclinés de la chaîne de Gebel-Ataka, borde au sud de Suez la côte de la mer Rouge, à 100 mètres au-dessus du niveau de celle-ci. Ce conglomérat paraît être du même âge que le grès supérieur précédent.

Dans son dernier mémoire, l'auteur décrit aussi les dépôts quaternaires (*post-pliocene*) et les roches modernes, puis le *drift* et les détritus erratiques (p. 338). Les sables salifères et les graviers, qui constituent les déserts de l'Égypte et recouvrent toutes les formations stratifiées, paraissent avoir été déposés sur un fond de mer. M. Newbold doute beaucoup de l'exactitude des renseignements donnés par M. Rochet d'Héricourt sur deux prétendus volcans éteints, dans le désert, entre Suez et le Caire, et de l'assertion de M. Saint John (1), que, dans le voisinage de Dakkah, à 69 milles de Syène, sur la rive gauche du Nil, il y a des cônes noirs nombreux, plus élevés que le Vésuve et qui seraient aussi des volcans éteints, couverts de cendres et de laves.

M. Russegger (2), qui paraît rapporter le calcaire nummulitique à la formation crétacée, décrit celle-ci comme formant le sous-sol du Caire à Suez, où elle est recouverte par le grès tertiaire à gros grain dont nous venons de parler. A Ouad-el-Fira, celui-ci, très dur et lustré, forme des rangées de monticules, derniers témoins de l'ancienne extension que cet étage avait prise avant d'être dénudé.

On a vu (*antè* vol. I, p. 392 et vol. II, p. 337) que le rivage actuel, sur toute la côte d'Arabie, et la péninsule du Sinaï jusqu'au cap Hammam, étaient couverts de calcaires, de grès marins et de masses de polypiers très récents. L'ancien rivage présente des dépôts fragmentaires surmontés de calcaires grossiers et de grès, ou alternant avec eux. Ces roches remplissent les baies et les dépressions de la craie, atteignant jusqu'à 100 mètres d'élévation, surtout au nord du cap. Les coquilles qu'on y trouve sont dans un état parfait de conservation.

M. Linant (3) s'est occupé des bois fossiles de Mokattene (Mokat-

(1) *Travels in Egypt.*
(2) *Bull.*, vol. XI, p. 66. 1839. — *Neu. Jahrb.*, 2e cah. 1839.
(3) *Bull. de la Soc. de géographie*, vol. XIII, p. 97. 1840.

tam) et d'une forêt fossile située à l'ouest du lac de Natron (probablement les *Lacs amers*). M. Newbold (1) a décrit également des troncs et des fragments de bois silicifiés, épars dans beaucoup de parties des déserts de l'Égypte, de la Libye, et particulièrement dans le désert de Suez. A 7 milles à l'est du Caire, dit ce savant voyageur, à l'endroit nommé *Forêt pétrifiée*, s'élève, au-dessus du niveau du Nil, un plateau stérile, s'appuyant sur la pente de la chaîne de Mokattene, et qui s'étend à 3 milles et demi au S. et à 4 ou 5 milles à l'E. Les bois sont disséminés à la surface du sol au milieu de fragments de grès et de cailloux de jaspe, de chert, de quartz, etc. Ces troncs, qui ont jusqu'à 20 mètres de long sur 1 mètre de diamètre, se montrent surtout dans le voisinage de buttes noirâtres, vers la partie sud-est du plateau, couchés les uns sur les autres et représentant une forêt abattue. Il y en a qui sont enfouis horizontalement dans le sable et dans le poudingue, et quelques uns sont verticaux. Les troncs sont rarement déprimés et ne sont jamais entourés de matière charbonneuse. Ils sont sans nœuds, sans branches et sans racines, et paraissent avoir appartenu à des conifères et à des dicotylédones. Souvent l'intérieur est tout à fait remplacé par du grès. Les parties silicifiées passent à l'agate, au quartz, et présentent des teintes variées (2).

M. Newbold combat l'opinion de Burckhardt qui croyait que la pétrification de ces bois avait été occasionnée, depuis le règne de Nécho, par les pluies d'hiver et les vents, de même que celle de M. Linant qui l'attribue à des actions volcaniques dont il n'existe en réalité aucune trace dans le pays, l'aspect noir des grès et des bois fossiles étant dû à la matière ferrugineuse et charbonneuse, et tout à fait semblable à ce que l'on a vu sur la côte de Coromandel, aux environs de Pondichéry (*antè*, p. 991). M. Russegger (3) s'est attaché à expliquer les caractères métamorphiques de quelques parties de ces mêmes grès.

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 782. — *Quart. Journ.*, id., n° 16, p. 349. 1848.

(2) Voyez aussi : Buist, *l'Institut*, 1846, p. 72. — *Suppl. à la Bibl. univ. de Genève*, n° 4, p. 452. — A. Figari et A.-H. Husson, *Journ. d'un voyage géol. à Gebel-Zeyt et dans le désert compris entre le Nil et la mer Rouge* (*Bull. de la Soc. de géographie*, 3e sér., vol. III, p. 352. 1845.)

(3) *Reisen in Europa*, [illegible] *Journ. geol. Soc. of London*, n° [illegible]

La position des grès et des poudingues qui renferment ces végétaux est d'ailleurs parfaitement claire; c'est celle du grès supérieur qui occupe une grande partie du désert et repose sur le calcaire marin. Ainsi la coupe des environs de Mokattene montre de bas en haut : 1° calcaire marin ressemblant à de la craie, avec des cherts blancs, gris, bruns ou noirâtres; 2° calcaire marin plus compacte, avec des lits subordonnés de marnes verdâtres, gypseuses et salifères, des coquilles, des Nautiles, des Nummulites, des crustacés, des polypiers, des dents de poissons, etc.; 3° banc d'argile peu épais dont la couleur varie du rouge au vert foncé; 4° sable, grès et poudingue avec bois fossiles (1); 5° banc de marne gypseuse et argileuse avec un lit de sel; 6° sable et gravier du désert.

Enfin l'auteur conclut de ses recherches que cette portion de l'Égypte a deux fois fait partie du fond de l'Océan, et qu'elle a été élevée à deux reprises différentes au-dessus de son niveau; que les bois fossiles ont végété dans l'intervalle de ces deux phénomènes, ou après la première émersion du calcaire marin, et qu'ils furent submergés ou entraînés dans la mer, couverts par un lit de cailloux roulés et de sable, puis élevés avec ce même lit dans la position où on les voit aujourd'hui, au-dessus des cours d'eau du pays et au niveau des sources actuelles. La consolidation de ce fond de mer et la silicification des bois eurent lieu lors du soulèvement, ou auparavant, et celui-ci se produisit graduellement et sans cause violente. La retraite des eaux aurait entraîné les parties meubles des sédiments sableux, dénudé le calcaire sous-jacent, et répandu les cailloux et les fragments de bois sur une grande partie de l'Égypte, pour former le sable salé et le gravier qui occupent la surface des déserts de ce pays et de la Libye. Les caractères des bois de la forêt fossile font présumer qu'ils ne sont pas fort éloignés de l'endroit où ils ont été silicifiés.

Vers la limite septentrionale de cette ancienne forêt se trouve la montagne Rouge (*Gebel-Ahmar*), composée de grès et de conglomérats que l'on exploite sur un grand nombre de points, et qui reposent sur le calcaire marin. Au pied de la montagne, vient affleurer une argile rouge et jaune avec des veines de gypse fibreux, de sélénite, de

(1) Quoique ces bois soient des dicotylédones, M. Vere-Moro a rapporté de la Nubie et recueilli dans un dépôt semblable à celui du Caire des bois de conifères déterminés par M. Nicol. (*Edinb. new phil. Journ.*, vol. XVIII, p. 336.)

sel marin et de baryte. Des cavernes fort étendues, qui servent de repaires aux hyènes du pays, se voient dans les grès et les calcaires. Les forages exécutés entre Suez et le Caire, depuis 4 jusqu'à 90 mètres de profondeur, ont traversé des alternances de sable, d'argile et de roches siliceuses irrégulièrement stratifiées, et l'eau a été rencontrée à des distances très variables de la surface du sol (1).

§ 2. Afrique septentrionale.

Algérie.

Dans les provinces de Constantine et de Bône, des nappes ondulées de tufs calcaires, qui s'élèvent à 800 mètres au-dessus de la mer et à 150 mètres au-dessus du fond des vallées, recouvrent partout les plaines, les collines et les plateaux. Leur formation est antérieure au creusement des vallées et aux dernières dislocations du sol. A Constantine, où les calcaires compactes sont redressés et courent de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., les Lymnées et les Planorbes se trouvent dans la partie supérieure du tuf; plus bas viennent des couches d'un aspect cristallin : l'une d'elles, dont la teinte est rose, a été employée comme marbre dans un grand nombre de monuments anciens (2). Les sources thermales du pays contribuent encore à former de ces dépôts, et ceux dont nous avons parlé (*antè*, p. 338) sont peut-être d'un âge intermédiaire.

Boblaye (3) a rapporté au terrain tertiaire supérieur des couches qui, à l'ouest d'Alger, s'étendent de Coléah au mont Chénouan. Les collines de la Mitidja, depuis l'Aousch-Mouzaya jusqu'aux sources de l'Oued-Bourkika, sont porphyriques; mais au delà du col qui ferme la Mitidja vers Miliana, on pénètre dans un pays de plateaux nus, séparés par de larges vallées dont le sol appartient à la formation tertiaire moyenne. Celle-ci se compose d'une grande épaisseur de marnes bleues sans fossiles, recouvertes de calcaires jaunes sablonneux, et à leur jonction se trouve un banc d'Huîtres. Dans la chaîne du Goutas, à la séparation des eaux du Chélif et de la Mitidja, le calcaire passe à un grès ferrugineux en dalles. A Médéah, c'est tantôt une pierre de taille jaunâtre à grains fins, tantôt

(1) Spineto, *Rep. 7th Meet. brit. Assoc. at Liverpool*, 1837 (Londres, 1838), vol. [illegible]

(2) Puillon Bobl[illegible] des *provinces de Bône et de Constantine*. (Comp[illegible] 1838.)

(3) *Compt. rend*[illegible]

une roche désagrégée formant des collines de sable. Les Huîtres occupent un niveau constant entre les calcaires et les marnes.

Les couches de cette formation sont beaucoup plus redressées que celles de la formation supérieure, et, indépendamment des directions E., O. et E. 1/4 N.-E. qu'elles affectent comme ces dernières, elles ont été brisées suivant une troisième direction N.-N.-O. La route du col de Téniah à Médéah suit une de ces dislocations. Toutes les rivières de la Mitidja traversent la chaîne après avoir pris naissance sur le plateau intérieur. La formation tertiaire moyenne occupe ainsi l'espace compris entre les montagnes du Beni-Salah, du Mouzaya, du Soumata et la vallée du Chélif; elle paraît s'étendre fort loin au sud et à l'est de Médéah, et se continuer également plus à l'E. avec les mêmes roches et les mêmes fossiles entre Constantine, Djimilah (Djemêla) et Milah (Mêla).

En décrivant les couches tertiaires supérieures qui constituent des collines au sud et à l'est d'Alger, M. de Verneuil (1) les a divisées en deux étages, l'un calcaire, et l'autre placé dessous, qui est marneux. Ces étages sont inégalement développés, et autour de la ville les calcaires sont plus épais que les marnes. En s'avançant vers le S., au contraire, ces dernières s'accroissent aux dépens des premiers et finissent par les remplacer tout à fait. Les environs de Doueira sont composés de marnes, de grès, de poudingues et de sable, dont la puissance est d'environ 100 mètres. Les marnes inférieures aux calcaires renferment des lignites.

Les calcaires blanc-jaunâtre, caverneux, concrétionnés et remplis de fossiles, ont de 50 à 60 mètres d'épaisseur, et l'*Ostrea hippopus*, Lam., y forme des bancs nombreux. Dans toutes les collines entre la mer et la Mitidja, comme autour du massif ancien de Bouzarca, ces couches tertiaires supérieures reposent directement sur les schistes talqueux ou sur le gneiss. Elles constituent les collines du Sahel qui s'étendent entre la plaine de la Mitidja et la mer, depuis le cap Matifou jusqu'au cap Roz-el-Amouch, sur une longueur de 20 à 25 lieues. Les fossiles abondent surtout dans le lit des petits affluents de l'Oued-el-Kerma.

Après avoir fait remarquer l'absence dans le Sahel du terrain secondaire si puissant dans l'Atlas, M. de Verneuil signale les violentes dislocations que le pays a éprouvées et dont la plus énergique

(1) *Bull.*, vol. XI, p. 74. 1839.

correspondrait au soulèvement de l'Atlas et la plus récente à l'émersion des dépôts tertiaires. Près d'Alger ceux-ci atteignent 270 à 280 mètres d'altitude, et suivant M. Rozet, 1100 mètres à 25 lieues au sud.

M. Renou (1), que nous avons vu distinguer nettement de la formation sub-apennine les couches placées par nous dans le terrain quaternaire (*antè*, p. 338), décrit aussi les formations tertiaires moyenne et supérieure comme bien caractérisées dans les possessions françaises du nord de l'Afrique, et nous reproduirons ici le résumé que ce géologue a donné lui-même à la fin de son ouvrage sur la *Géologie de l'Algérie* (2).

La formation tertiaire moyenne existe à Djemêla et à Mêla, entre Constantine et Sétif, autour de Médéah, probablement dans la vallée du Chélif, aux environs de Mascara et de Tlemsen, où elle paraît occuper de grandes surfaces; elle se retrouve près de Biskra et se prolonge dans le désert jusqu'à des distances inconnues. Elle se compose d'une assise d'argile plastique grise et d'une autre de grès jaunâtre à grain fin. A leur contact on remarque une grande quantité d'*Ostrea elongata* qui est quelquefois remplacée par une autre espèce. Il y a aussi des Peignes, des Anomies, des Bucardes, des Balanes, etc. Souvent on rencontre les argiles grises et les grès constituant des lambeaux qui reposent çà et là sur les couches jurassiques.

Au camp de Smendou, entre Constantine et Philippeville, on remarque un dépôt lacustre de cette période, semblable à celui des Bouches-du-Rhône et renfermant aussi des lits minces de lignite. Il est composé de marnes grises ou brunes, peu solides, avec des coquilles et des empreintes de poissons.

La formation supérieure ou sub-apennine, caractérisée par une centaine d'espèces fossiles, se montre aux environs d'Alger et d'Oran. Elle comprend deux étages, établis déjà par M. de Verneuil, l'un composé d'argile et de marnes à grains verts, l'autre, d'une série de calcaires blancs, plus ou moins marneux ou sableux, couronnés par une couche de sable et de poudingue, particulièrement au sud-est d'Alger. Assez développée dans la province d'Oran, cette formation commence à l'ouest de la Tafna, s'étend à travers les plaines

---

(1) *Aperçu sur la constitution géognostique de l'Algérie.* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 528.)

(2) [illegible], in-4, avec cartes [illegible] coupes. Paris, 1848.

et les collines qui bordent la mer, et paraît se prolonger assez loin à l'E. sur les deux rives du Chélif. Les calcaires sableux d'Oran, quelquefois d'apparence crétacée, renferment des silex et sont surmontés de calcaires roses, compactes et fossilifères. Les coquilles y sont moins nombreuses qu'à Alger, mais on y trouve des restes de poissons. M. Medoni a aussi recueilli près d'Alger des dents de poissons dans les calcaires madréporiques supérieurs et parallèles à la brèche blanche à coquilles spathiques d'Oran, ce qui ferait penser que ces ichthyolithes sont plutôt quaternaires que tertiaires. Ils appartiennent, suivant M. Valenciennes, à plusieurs espèces de Sparoïdes à dents en pavés arrondis (1).

En s'éloignant des côtes on suit la formation tertiaire supérieure jusqu'au sommet des montagnes, autour de Mascara, mais elle ne paraît pas s'étendre beaucoup vers le S. Peut-être existe-t-elle aussi, avec les mêmes caractères, dans la province de Constantine, où elle est plus généralement représentée par des dépôts lacustres. Ce sont des calcaires blancs, un peu crayeux, passant à des calcaires compactes, roses, dont nous avons déjà parlé, et renfermant des Bulimes et des Hélices. Quelques lits d'argile ou de marnes séparent les bancs calcaires, que l'on observe aussi dans les plaines du Hératha au sud de Constantine, et plus à l'O. près de Sétif et d'Aïn-Tenrk.

Ces deux étages sont recouverts, à stratification discordante, par un poudingue dont les éléments sont, en général, de la grosseur du poing et d'origine marine. Des traces de Pholades ou d'autres coquilles perforantes s'y voient fréquemment. Ce poudingue, toujours

---

(1) L'Institut, [illegible] 1844. — [illegible] 1844. — Dans une notice sur les recherches de sources jaillissantes et superficielles dans la partie [illegible] d'Alger, M. Aymard donne quelques détails sur la composition [illegible] (Bull., 2e sér., vol. I, p. 322, [illegible] 1844). — Voyez aussi H. Fournel, Sur la possibilité d'établir [illegible] entre Biskra et Tuggurt [illegible] (Comptes rend., 1er sem. de 1847, [illegible]). — [illegible] L'Institut, vol. X, p. 331, 1842. [illegible] pour les coquilles [illegible] sur plusieurs points du globe.

composé de fragments empruntés aux roches des environs, est irrégulièrement distribué à la surface de l'Algérie, derrière les premières chaînes de montagnes. Il paraît exister cependant à Cherchel.

Des dépôts marins, que nous regardons comme quaternaires et qui paraissent être à peu près du même âge que le conglomérat, se trouvent au bord de la mer sur presque toute l'étendue des côtes. Ils commencent par une couche d'argile plastique qui manque souvent, puis vient au-dessus une série de bancs calcaires, plus ou moins sableux, avec des coquilles exclusivement d'espèces vivantes. On observe ces assises quaternaires à la Calle, au cap de Garde, à Djidjel, à Alger, à Cherchel, à Oran, à Rachgoun, et probablement au delà de l'Algérie, à l'E et à l'O. Elles se lient vers le haut à des dépôts lacustres remarquables par leurs coquilles et des empreintes végétales, et qui passent insensiblement aux tufs des eaux thermales. Ces derniers se sont continués jusqu'à nos jours et se forment encore sous nos yeux.

Des sédiments lacustres souvent isolés se voyent à Bâb-el-Ouad près d'Alger, au-dessous de Mostaganem, entre le Chélif et la Mîna, à Mesra, à la source de l'Ouad-Fkân, à Aîn-J'efs'Afa. Le *Melanopsis buccinoidea*, Fér., qui vit aujourd'hui dans les eaux du pays, s'y trouve fréquemment.

Jusqu'à ces derniers temps aucune trace de Mastodonte, ni même d'Éléphant fossile, n'avait été signalée sur le continent africain; mais M. Dumont a recueilli tout récemment sur le bord du Smendou, non loin de Constantine, une dent molaire, que M. P. Gervais (1) a reconnue pour avoir appartenu à un Mastodonte, probablement le *M. brevirostris* de la formation supérieure du midi de l'Europe, ou peut-être le *M. arvernensis*. Une molaire de l'*Elephas primigenius* a aussi été trouvée à Cherchell, sans doute dans le dépôt quaternaire qu'on y a signalé. Ces découvertes viennent appuyer ainsi les rapports que M. Gervais avait déjà constatés entre la faune et la flore des côtes opposées de l'Europe et de l'Afrique, tant pendant l'époque actuelle que pendant celles qui l'ont précédée.

A la suite de ses études sur l'Algérie, M. Renou a présenté quelques considérations intéressantes sur les soulèvements que ce pays a éprouvés et dont nous devons nous occuper ici, puisqu'ils appar-

---

(1) *Sur la présence* [illegible] *fossile, dans l'Algérie, des genres Éléphant et Mastod*[illegible] *rend.*, vol. XXVIII, p. 362.

tiennent presque tous aux époques tertiaire et quaternaire. Le plus ancien de ces systèmes de dislocation, dit l'auteur (p. 129), abstraction faite des roches cristallines anciennes qui n'occupent que de petites surfaces, est celui du soulèvement des Pyrénées, dont les effets ont été masqués ensuite par d'autres mouvements du sol. Les plaines sont terminées au S. par une chaîne dirigée E. 18° à 20° S. qui comprend les points culminants de l'Algérie (le Chelliâ, 2312 mètres, le Tongour, 2100 mètres). Au nord de ces plaines des massifs montagneux s'allongent dans la même direction. Dans les plaines de la province de l'est les poudingues sub-apennins s'étendent presque horizontalement jusqu'au pied de la chaîne. Près de Ténès il y a des sommets de 800 mètres d'élévation et vers la base desquels les dépôts tertiaires viennent aussi s'appuyer. Une chaîne parallèle plus méridionale commence sur les confins du pays de Tunis, se prolongeant fort loin dans celui de Tripoli, et passant à l'O. par Ouânseris et la Sierra-Nevada de Grenade.

Le système des Alpes occidentales est indiqué sur la frontière de Tunis, près de la Calle; la direction est exactement N.-N.-E. Les environs d'Alger montrent une direction N. 25° à 30° E., et le prolongement de cette ligne forme un bombement ou ligne de partage qui divise l'Algérie en deux versants, l'un oriental et l'autre occidental. Entre Médéah et Sa'ïda, des rides dirigées N. 30° O., qui affectent le terrain tertiaire moyen, ne rentrent dans aucun système connu.

Un soulèvement très important est celui des grandes Alpes, dirigé, au centre des possessions françaises, E. 17 à 18° N. Il traverse le Maroc, l'Algérie et la province de Tunis. Aussi saillant dans l'étude des détails que dans celle de l'ensemble du pays, il n'y a presque pas de montagnes, de collines ou de plaines qui n'en portent plus ou moins les traces. (p. 131) Le pic de Ténériffe et l'Etna se trouvent aux deux extrémités d'une ligne exactement parallèle à ce système de rides. Les chaînes de cette direction forment un assez grand nombre de plis parallèles, parmi lesquels M. Renou en distingue sept principaux.

Le plus remarquable est le second qui commence à l'O., aux environs de Fez, forme les montagnes des Beni-Jeznâcen et celles de T'rarâ, toutes les hauteurs qui limitent au S. les plaines d'Oran, d'Arziou et la vallée du Chélif, le Ouânseris, le Djerdjera et la montagne des sept Caps. Il est bordé dans toute son étendue par des matières éruptives. Les îles volcaniques de la Sicile, la Galite, les

roches porphyriques ou trachytiques de la Mitidja qui se continuent jusqu'à Cherchell, etc., beaucoup de mines métalliques, du gypse et du sel gemme, accompagnent cette chaîne. La direction du système des Alpes principales est indiqué, non seulement par un grand nombre de rides, mais encore par une série de lacs salés remarquables, élevés de plusieurs centaines de mètres au-dessus de la mer, et qu'on observe sur une longueur de 650 kilomètres, entre la province de Constantine et l'empire de Maroc.

(P. 133.) La formation sub-apennine se montre jusqu'au sommet des montagnes dans les environs de Mascara où elle est quelquefois redressée verticalement. Son soulèvement a affecté de la même manière le poudingue qui la recouvre à stratification discordante. Aux environs de Sétif, par exemple, le poudingue constitue une vaste nappe relevée au N. jusque sur les pentes des montagnes et inclinée au S. vers le pied du Bou-T'âleb redressé lui-même par le soulèvement du système des Pyrénées.

S'il en est réellement ainsi, il a dû se passer entre les couches sub-apennines proprement dites et la formation du poudingue un phénomène important sur lequel M. Renou ne s'est pas expliqué, et ce poudingue serait également distinct des dépôts marins du littoral. Ces derniers, quoique postérieurs au soulèvement des Alpes orientales, ont cependant éprouvé des secousses très violentes attestées par la présence de roches ignées. Déposés pendant l'époque quaternaire, ils ne contiennent, comme on l'a vu, que des coquilles d'espèces vivantes ou des blocs de basalte, de dolérite, etc.; leur formation fut interrompue par les secousses et les relèvements qui accompagnèrent ou suivirent les éruptions ignées.

Enfin le soulèvement du système des Pyrénées a produit des élévations de 1200 mètres, celui des Alpes occidentales de 600 à 800 mètres et celui des grandes Alpes de 1200 mètres. L'auteur rapporte à ce dernier le Miltsin, montagne située à 50 kilomètres au sud-sud-est de Maroc, et qui atteint 3475 mètres d'altitude.

Maroc.

M. Coquand (1), dans son mémoire sur la partie septentrionale de l'empire de Maroc, a mentionné les dépôts tertiaires des environs de Tétuan. Il les divise en trois étages, sans se prononcer sur leur position définitive dans la série. Cependant nous voyons qu'il rapporte « les deux premiers à la *période pliocène la plus ré-*

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1235. 1847. — *Compt. rend.*, vol. XXIV, p. 857. 1847.

cente (1) et peut-être même au diluvium », tandis que plus loin le *deuxième étage* est comparé à la mollasse marine du midi de la France (formation tertiaire moyenne). Quoi qu'il en soit, le *premier étage*, que la coupe de la vallée de la Bousfika nous montre reposant sur les tranches du terrain de transition, est composé de marne, de calcaire blanchâtre et d'argile constituant la base de quelques coteaux. Les fossiles des calcaires marneux sont des Cyclades, des Paludines et des Planorbes. En se rapprochant des escarpements secondaires qui dominent les bords de la vallée, les argiles qui passent du jaune au rouge vif renferment des bancs de poudingues et de brèches, dont l'épaisseur s'accroît ensuite et qui finissent par constituer des masses considérables que l'on peut comparer à la brèche du Tholonet près d'Aix. Le ciment est argileux et les fragments appartiennent exclusivement aux calcaires et aux dolomies jurassiques des environs.

Aux brèches et aux calcaires lacustres succèdent régulièrement des mollasses marines caractérisées comme en Provence par des gompholites, des grès effervescents et des calcaires. Ces couches, dont les bords marquent le littoral de la mer tertiaire, renferment des Huîtres, des moules de *Perna Soldani*, le *Pecten latissimus*, Lam., le *Clypeaster altus*, Lam., des Spondyles et d'autres fossiles qui se montrent également dans la mollasse du rivage septentrional du bassin méditerranéen. Cet étage forme une bande parallèle à la vallée de la Bousfika et s'étend le long de la fracture qui a divisé la chaîne du petit Atlas dans toute son épaisseur.

Une portion de la ville de Tétuan est bâtie sur la mollasse et l'autre repose sur des travertins probablement quaternaires, recouvrant horizontalement cette même mollasse dont les strates courent N. 22° E. à S. 22° O. Cette direction est très voisine de celle qu'affecte aussi la mollasse de la Suisse et de la Provence, redressée lors du soulèvement des Alpes occidentales. Ainsi M. Coquand se trouve amené, par des considérations stratigraphiques comme par les caractères pétrographiques de ces diverses assises, à les placer dans la période tertiaire moyenne ou *miocène* et non dans la *période pliocène la plus récente,* comme il le disait en commençant. Quant

(1) L'expression de *période pliocène la plus récente* devrait être synonyme de *newer pliocene* ou de *pleistocene*, et par conséquent de *quaternaire* pour nous ; mais il est évident, d'apr[illegible] suit, que tel n'est pas le sens que lui attribue l'auteur.

à son *troisième étage*, ce sont des argiles rouges ou jaunâtres, mélangées de débris remaniés, en couches horizontales peu distinctes, indiquées seulement par la différence de coloration. Leur âge est encore fort incertain.

§ 3. Iles et côtes occidentales et méridionales de l'Afrique.

Iles Açores.

L'île de Sainte-Marie, la plus orientale du groupe des Açores, est traversée, dit M. T.-C. Hunter (1), par une chaîne de montagnes dirigée N.-O., S.-E., atteignant une élévation de 576 mètres, et composée de porphyres bruns, amygdaloïdes ou compactes. La base de l'île ou sa partie plane est formée par un basalte compacte, bleuâtre, quelquefois colomnaire ou prismatique, recouvert d'une wacke rouge, grossière, passant à une amygdaloïde celluleuse avec augite, arragonite, etc. Au-dessus vient un dépôt coquillier, sableux, avec des fragments de roches ignées, et alternant avec des bancs de carbonate de chaux semi-cristallins. Le sol de la plaine se compose d'une terre argileuse grisâtre, mélangée et recouverte de fragments de roches ignées. Les basaltes inférieurs et les amygdaloïdes semblent s'être déposés successivement sous la mer, puis avoir été recouverts de bancs coquilliers plus ou moins épais, surmontés à leur tour par les produits d'une dernière éruption qui les ont modifiés en partie. Enfin le soulèvement du Pico-Alto acheva, comme on l'a vu (*antè*, vol. I, p. 548), de donner à l'île son relief actuel.

Le comte de Vargas de Bedmar regardait Sainte-Marie comme un fragment de Madère, et il y a en effet une grande ressemblance dans les dépôts marins de ces deux îles par la prédominance des coquilles de Peignes; mais on ne remarque pas dans la première les lits d'Hélices et d'autres coquilles terrestres, ni la gangue calcaire qui les enveloppe et qui est si solide dans la seconde. D'un autre côté, il y a, sous le rapport des fossiles, beaucoup d'analogie entre les couches tertiaires de Sainte-Marie et celles de la Sicile (2).

Ile de Madère.

M. J. Smith (3) a décrit comme tertiaire le calcaire de Saint-Vincent, les lignites de Saint-Georges et les sables de Canical, dans l'île de Madère. Le calcaire s'élève à 762 mètres au-dessus de la

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 39. 1846

(2) *Journ. of the r. geographical Soc.*, vol. XV, p. 258 et 268, avec carte. 1845.

(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, n° 73. Déc. 1840. — *Bull.*, vol. XII, p. 415.

mer et aurait été porté à cette hauteur avant la sortie des basaltes. Les coquilles marines et les polypiers y sont très répandus, mais à l'état de moules et d'empreintes. La roche est traversée par deux dykes basaltiques et recouverte par des masses volcaniques très puissantes. Les lignites, qui paraissent dus à d'anciennes tourbières, portent à croire que le climat était alors plus froid qu'aujourd'hui où la température de l'île est trop élevée pour permettre la formation de la tourbe. Les sables de Canical, à l'extrémité orientale de Madère, sont composés de détritus de basalte, de coquilles marines et terrestres, dont un certain nombre ne vivent plus dans l'île, ce qui a fait classer ces dépôts dans la formation tertiaire supérieure.

L'île de Porto-Santo offre des basaltes à surface scoriacée. Les Disertas, à trois lieues au sud-est de Madère, forment une autre chaîne de produits volcaniques dirigée N. S., et coupant celle de Madère presqu'à angle droit. Les couches coquillières précédentes ne semblent pas appartenir à une période plus ancienne que celle des marnes sub-apennines.

Île de Santiago.

Nous avons rapporté au terrain moderne certains dépôts calcaires coquilliers et quelquefois concrétionnés de Madère, des îles Canaries et de l'Ascension (*antè*, vol. I, p. 393), puis au terrain quaternaire des couches assez semblables dans l'île de Santiago (archipel du cap Vert, *antè*, p. 330); nous reviendrons encore sur cette dernière île pour compléter ce qu'en a dit M. Darwin (1), dans un travail plus récent que celui du même savant où nous avions puisé nos premiers renseignements.

Les laves basaltiques compactes de la partie méridionale de l'île alternent avec des tufs, des wackes et des conglomérats disloqués et traversés par des dykes de roches pyroxéniques compactes ou amygdaloïdes. Elles sont recouvertes par un calcaire blanc, horizontal, de 6 mètres d'épaisseur, élevé de 18 mètres au-dessus du niveau de la mer. La roche est composée de débris organiques cimentés par du carbonate de chaux, et à la base est un conglomérat. A l'île Quail, le calcaire est remplacé par un tuf terreux, brun, rempli de Turritelles et d'autres coquilles avec des concrétions

(1) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, etc. in-8. Londres, 1844. — Voyez aussi : Ch. Sainte-Claire Deville, *Voyage géol. aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo*, *statistique abrégée des îles du cap Vert*, p. 174, in-4, avec atlas de cartes, coupes et vues. Paris, 1848.

calcaires. Des 18 espèces déterminées par M. G. Sowerby (p. 153) 11 seulement ont leurs analogues connues. Cette assise, surmontée d'une nappe basaltique, est sensiblement modifiée dans le voisinage de cette dernière, et passe graduellement de l'état friable à un calcaire blanc, compacte, ou à grain fin, dans lequel les fossiles ne sont plus reconnaissables.

La lave, en coulant sur ces bancs qui avaient été déposés dans des eaux peu profondes, a formé une sorte de brèche dont la matière calcaire, blanche et cristalline, constitue le ciment. La nappe basaltique supérieure a environ 25 mètres d'épaisseur, et le calcaire, qui se voit sur une étendue de 7 milles le long de la côte, incline légèrement vers la mer. M. Darwin a rappelé, à cette occasion, les expériences bien connues à l'aide desquelles on peut concevoir que le calcaire soit porté à une très haute température sans qu'il y ait dégagement de son acide carbonique et sans qu'il soit nécessaire de le supposer soumis à une grande pression, si la masse, par exemple, se trouve entourée d'une atmosphère d'acide carbonique.

Côtes occidentales de l'Afrique.

Sur la côte occidentale de l'Afrique, M. Belcher (1) décrit la péninsule du cap Blanc comme formée de grès calcarifère, coquillier, et le plateau, que borde la falaise à 22 mètres au-dessus de la mer, est recouvert de coquilles identiques avec celles qui vivent au fond de la baie. Ainsi cette côte aurait été soulevée, soit à l'époque quaternaire, soit même pendant l'époque actuelle. Il paraît difficile d'assigner l'âge des grès durs et des calcaires granuleux que l'on trouve recouvrant le granite lorsqu'on remonte le Sangaruah, de même que celui du grès ferrugineux passant à une brèche, entre le Copachu et le Rio-Nunez, et enfin celui des argiles rouge et jaune, à 35 milles de l'embouchure de cette dernière rivière, sur les bords de laquelle les basaltes se montrent aussi fréquemment.

Autour de Sierra-Leone, la roche dominante est un grès très ferrugineux de 12 mètres d'épaisseur. Le fer en lames concentriques est souvent magnétique, et au-dessus vient une argile avec des fragments de bois. Les diorites se voient autour de Monrovia et sur les bords de la Mesurada, et des grès ferrugineux, semblables aux précédents, viennent affleurer près de la maison du gouverneur. La ville d'Accra est bâtie sur un grès que M. W. Stanger (2) rap-

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 188. 1835.
(2) *On the geology*, etc. Sur la géologie de quelques points de la

porte au trias; mais autour du lac salé, qui est au nord de la ville et à 10 mètres environ au-dessus de la mer, une argile sableuse tertiaire est remplie d'Arches, de Cythérées, d'Achatines et de Cérites. L'or est recueilli le long de la côte, comme sur un très grand nombre de points de cette partie du continent, par le lavage des sables qui sont blancs et renferment de l'amphibole et du fer (1).

Le delta du Niger est une surface basse, unie, marécageuse, composée de sable, d'argile, de matières végétales, et qui n'a pas moins de 120 milles d'étendue le long de la côte. En remontant le fleuve jusqu'à 100 milles de la mer, on trouve des grès presque horizontaux, élevés de 55 mètres au-dessus de ses eaux et dont l'âge n'est pas connu. Ils sont quartzeux, blancs, à grain fin, fendillés en tout sens, et les fossiles, très rares, sont peu déterminables. D'Iddah à Kirree les mêmes grès, plus ou moins ferrugineux, forment des plateaux terminés par des falaises abruptes. Au delà d'Adda-Kudda et au mont Stirling, ils recouvrent transgressivement le micaschiste. Ainsi les bords du Niger nous présenteraient les résultats de plusieurs époques géologiques bien distinctes, quoique imparfaitement déterminées quant à leur âge : l'éruption des granites et le soulèvement du gneiss et des micaschistes, le dépôt des grès, l'émersion de tout le pays, la dénudation des roches par des courants, et à la suite du dernier phénomène la formation moderne du delta.

Île Sainte-Hélène.

Des grès calcaires tendres, composés de débris de coquilles agglutinés, et dont l'épaisseur n'est que de 1 à 5 mètres, sont fort étendus sur les côtes septentrionales et méridionales de l'île Sainte-Hélène. Quelques uns de ces bancs sont à 180 et 220 mètres au-dessus de la mer. Des masses de stalagmites dues à l'infiltration des eaux pluviales se sont déposées entre ces bancs. M. Darwin (2) attribue la même origine au calcaire compacte ou terreux, quelquefois oolithique que M. de Buch (3) avait observé recouvrant, jusqu'à 250 mètres d'altitude, les roches ignées de l'île de Lancerote. Dans

côte occidentale d'Afrique et des bords du Niger. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 190. 1843.)

(1) Voyez K. Ritter, *Géographie générale et comparée; Afrique*, vol. I.

(2) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, etc., in-8. Londres, 1844.

(3) *Description physique des îles Canaries*, trad. française, p. 293.

la partie supérieure du dépôt de Sainte-Hélène, on remarque beaucoup de coquilles terrestres avec des débris d'oiseaux et de gros œufs déjà signalés (1). Des trois espèces de coquilles terrestres mentionnées à l'état fossile, une seule vit aujourd'hui sur les lieux.

Il existe encore, et à des hauteurs souvent très considérables, des couches ou amas de terre végétale consolidée par un ciment calcaire. On y rencontre des coquilles terrestres dont les analogues ne vivent plus dans l'île ni ailleurs. L'auteur cite 7 espèces déterminées et décrites par M. G. Sowerby (p. 155), et dont l'une des plus grandes, la *Cochlogena auris vulpina* avait été prise pour une coquille marine. Il n'est pas inutile de faire remarquer que les deux seules espèces qui vivent à présent en grande quantité sur le sol de Sainte-Hélène n'ont pas été trouvées parmi ces coquilles éteintes; mais peut-être la disparition de ces dernières, comme l'a fait observer M. Darwin (2), n'est-elle pas fort ancienne et ne remonte-t-elle qu'au commencement du XVIIIe siècle, alors que tous les grands bois de l'île furent remplacés par de jeunes plans dévorés ensuite par les chèvres et les cochons. Le soulèvement général du massif de l'île paraît être d'ailleurs assez récent.

Afrique méridionale.

On a vu (*antè*, p. 340) que la pointe méridionale du continent africain avait été un archipel, à une époque peu ancienne, et les lits de cailloux coquilliers qui recouvrent le granite à Cobler's-Hole, sous le cap du Lion, prouvent en ce point un soulèvement d'au moins 120 mètres, depuis que les espèces actuelles de coquilles vivent dans les mers adjacentes (3). M. Haussmann (4) a reconnu, dans la partie septentrinale de la colonie du Cap, entre Énon et Vitenhaye, près de la rivière Bodjesman, un banc de grandes Huîtres (*O. longirostris*, Lam.) placé à 110 et 140 mètres au-dessus de la rivière et à 4 lieues de distance de la mer. Ces Huîtres, exploitées pour la fabrication de la chaux, seraient identiques avec l'espèce connue sous le même nom dans les dépôts tertiaires de

(1) Buckland (*Transact. geol. Soc. of London*, 1re sér., vol. V, p. 474.)

(2) *Journal and Remarks*, etc., p. 579, in-8. Londres, 1839.

(3) W.-B. Clarke (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 418 et 422.)

(4) *Observations sur la géologie de l'Afrique méridionale.* (*Gœttingische gel. Anzeigen*, 1837, p. 1449, et 1833, p. 2052. — Traduct. française par M. de Fourcy. (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. XV, p. 487.)

l'ouest de l'Europe. Elles accompagnent ici un calcaire marin et un conglomérat siliceux à ciment ferrugineux.

M. Itier (1) qui paraît n'avoir connu aucun des travaux de ses prédécesseurs immédiats, Haussmann, Victor Jacquemont, Clark et Charters, et à plus forte raison des voyageurs plus anciens, tels que Lichtenstein, Barrow, Labillardière, F. Hess, J. Davy, Basil Hall, Clark-Abel, etc., qui ont fait connaître les environs du cap de Bonne-Espérance, décrit à son tour les couches, probablement quaternaires, d'argile avec lignite de Wynberg, langue de terre qui part de la base de la montagne de la Table. Elles ont été reconnues sur une épaisseur de 38 mètres. Au-dessus vient un calcaire qui forme des collines peu élevées, principalement dans l'isthme qui sépare False-bay de la baie de la Table. C'est un travertin blanc, sub-crayeux et sableux, dans lequel on trouve à l'état fossile, deux espèces d'Hélices qui vivent encore dans le pays. Ces dépôts argileux et calcaires annonceraient l'existence d'un lac dont le fond aurait été soulevé depuis peu.

L'auteur rappelle à ce sujet, que dans la partie du Sahara qu'arrose le Sénégal, ainsi que sur une portion du cours de la Gambie, les plaines n'étaient, à une époque très récente, que des lacs peu profonds. Un faible exhaussement a suffit là, comme à l'extrémité du continent africain, pour faire sortir ces plaines du sein des eaux. L'identité des dépôts mis à découvert assigne une date commune à ce phénomène, dont l'action se serait ainsi exercée sur une étendue de plus de 480 myriamètres de côtes. Ces observations, qui coïncident avec celles de M. Clark, ne permettent guère de placer cette grande émersion au delà de l'époque quaternaire, et la fixeraient ainsi beaucoup mieux que nous ne l'avions pensé d'abord (*antè*, p. 340).

Observations générales.

Si, revenant un instant sur nos pas, nous embrassons d'un coup d'œil cette partie de l'ancien continent dont le périmètre renferme la Méditerranée, la mer Noire, la mer Caspienne et la mer d'Aral, ces quatre grandes masses d'eau intérieures, dont les deux dernières sont complétement fermées, et les deux autres ne communiquent entre elles que par un canal très resserré et avec l'Océan que par le

(1) *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 960. 1844.

détroit de Gibraltar, nous trouverons, sur le pourtour de ces bassins, des dépôts quaternaires marins, d'eau saumâtre et d'eau douce, des tufs, des travertins et des accumulations détritiques, à des niveaux qui varient depuis 27 mètres *au-dessous* du niveau actuel de l'Océan (steppes basses d'Astrakhan) jusqu'à 1000 mètres *au-dessus* (Castrogiovani, en Sicile); ce qui peut donner une idée de l'amplitude des oscillations locales et variables du sol, pendant cette époque, relativement au niveau moyen des mers supposé constant.

La formation tertiaire supérieure, représentée par des couches marines ou lacustres, plus régulières que les précédentes, mieux suivies et atteignant aussi une puissance plus considérable, offre également des preuves d'oscillations locales (île de Madère).

La formation moyenne, plus continue encore, depuis le plateau d'Ust-Urt jusqu'au détroit de Gibraltar, se coordonne d'une manière générale avec les principales dépressions du sol, mais elle a participé davantage aux grandes dislocations qui ont soulevé les montagnes de l'Arménie, de l'Asie mineure, de la Grèce et de la Turquie à l'E. où nous la voyons s'élever à 2000 mètres de hauteur absolue; comme au N. dans les Alpes de la Suisse, tandis qu'au S. elle ne dépasse pas 1200 mètres sur les sommets de l'Atlas.

Dans tout l'espace qui s'étend de l'O. à l'E., sur 98 degrés de longitude, depuis les Asturies jusque sur les frontières du royaume d'Assam, la formation inférieure, telle qu'elle est caractérisée dans le nord-ouest de l'Europe, n'a été citée par nous qu'à des distances immenses du pays où elle semble le mieux développée, en Crimée, dans le bassin d'Akhaltsikhé en Géorgie, dans la partie inférieure de celui de l'Araxes en Arménie, et dans les monts Kossia au nord de Calcutta, par 88° de longitude orientale. Sur tous les autres points les sédiments de la première période tertiaire sont représentés, soit par des dépôts lacustres dont le parallélisme est encore plus ou moins contesté, soit plus généralement par des dépôts exclusivement marins que caractérisent presque toujours une grande quantité et une extrême variété de Nummulites, associées à des fossiles qui ont leurs analogues dans les couches tertiaires inférieures du nord-ouest de l'Europe et à d'autres qui sont propres à chaque pays, tandis que les espèces appartenant à la formation crétacée, s'il en existe, y sont tellement rares ou en si petit nombre, que leur présence n'est d'aucune valeur pour les conséquences qu'on en voudrait tirer.

Ces couches, que nous désignons sous le nom de *groupe nummulitique* et que nous décrirons plus tard avec d'autant plus de

soin que les recherches récentes nous les ont fait mieux connaître, occupent en Asie, dans le nord de l'Afrique et dans l'Europe méridionale, un niveau général assez constant au-dessus de la craie proprement dite; mais leur séparation de cette dernière et leur liaison avec le terrain tertiaire n'ont pas été partout suffisamment démontrées. Nous aurons à examiner, si, comme on l'a prétendu pour deux points bien éloignés l'un de l'autre (la Crimée et certaines parties des Pyrénées françaises), il y a lieu d'établir deux divisions, dont l'une représenterait, en effet, la formation tertiaire, et l'autre appartiendrait aux derniers sédiments de la période crétacée, ou indiquerait un passage entre deux époques. Quant à présent, nous sommes porté à admettre la première assertion, c'est-à-dire une sous-division dans ce groupe; mais la seconde reste encore à démontrer et nous paraît même peu probable. Si les couches inférieures étaient de l'époque secondaire, le genre Nummulite, qui a pris un si prodigieux développement, offrirait une double anomalie dont nous ne voyons aucun exemple dans les autres termes de la série géologique.

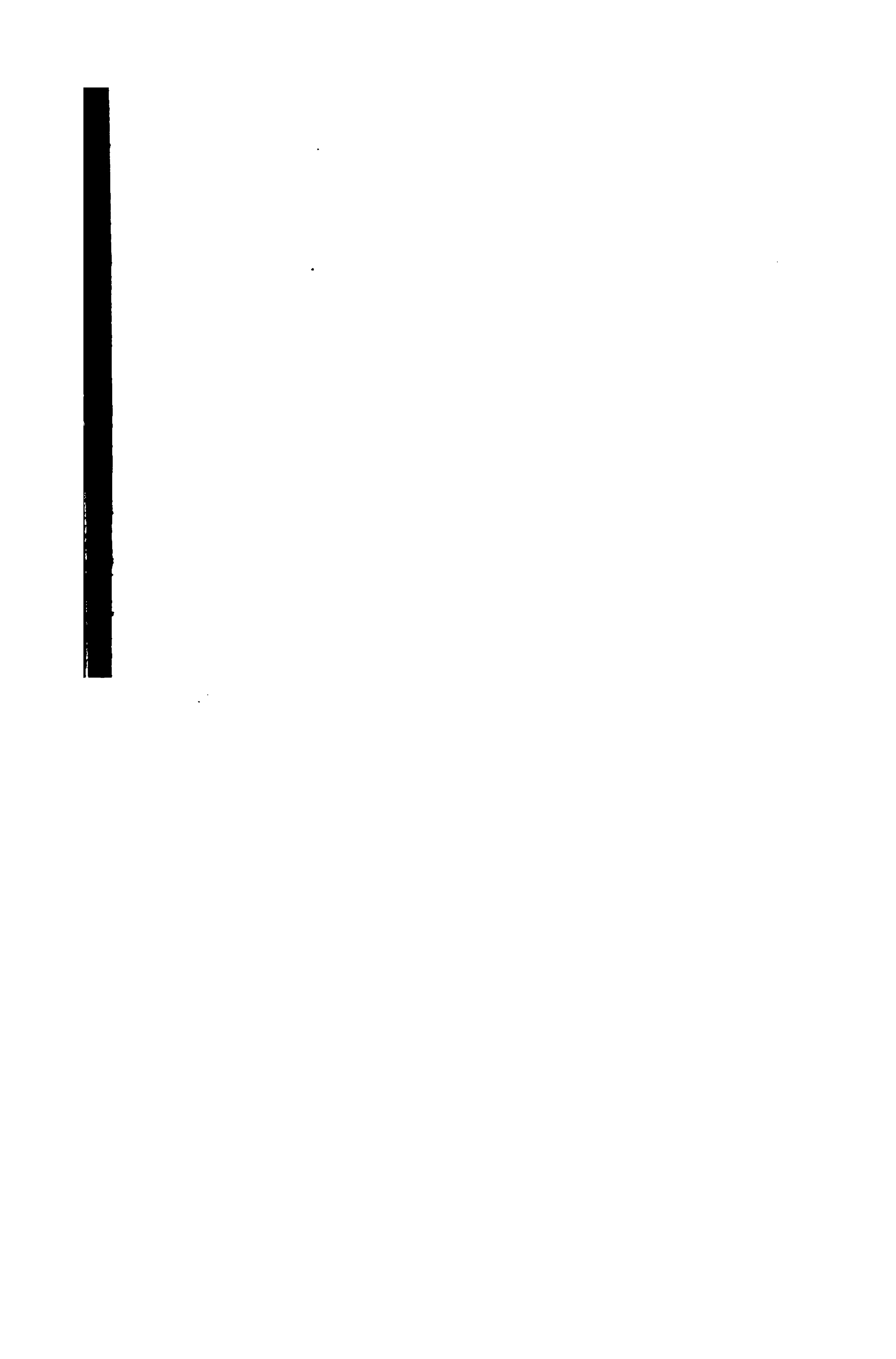
Ainsi, l'un des plus grands hiatus que nous présente cette série, sous le point de vue à la fois organique et inorganique, le moment qui a marqué, d'une part, l'extinction de la faune secondaire, et surtout celle de deux familles très remarquables, les Rudistes et les Ammonées, et, de l'autre, l'apparition des vrais mammifères et peut-être des vrais dicotylédones, n'aurait exercé aucune influence sur ce genre Nummulite ! La distribution géologique de ces coquilles offrirait une autre circonstance bien singulière, si l'on voulait placer dans la formation crétacée toutes les couches de la zone méditerranéenne qui les renferment, car il s'ensuivrait que pendant cette période elles se seraient développées dans une région dont la température et les autres conditions physiques auraient été reléguées plus au N. pendant une période postérieure, résultat contraire à tout ce que nous savons, et relativement à la *latitude* et relativement au *temps*.

On peut se demander, en outre, comment une surface aussi considérable que celle dont nous parlons, aussi accidentée, et qui, pendant les périodes tertiaires moyenne et supérieure comme durant l'époque quaternaire, a éprouvé des oscillations presque continuelles dans les niveaux relatifs de ses diverses parties, aurait été entièrement sous les eaux à la fin de la période crétacée, pour être ensuite entièrement émergée pendant la formation tertiaire infé-

férieure et être de nouveau replacée sous les eaux pendant celle qui l'a immédiatement suivie? Les émersions et les immersions en masse successives de ces mêmes portions de l'ancien continent seraient peu d'accord avec la marche générale des phénomènes de ce genre que l'étude de détail vient nous révéler.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble donc que le groupe nummulitique doive être rapporté au terrain tertiaire inférieur dont il deviendrait le type méditerranéen et asiatique, tandis que les petits bassins de l'ouest de l'Europe, auxquels on a peut-être attaché trop d'importance dans l'origine, ne seraient en réalité que des exceptions locales, dues à des circonstances particulières, ou bien un type océanique dont nous allons trouver les équivalents assez exacts de l'autre côté de l'Atlantique. On conçoit alors que les discordances de stratification observées sur quelques points, entre diverses parties du groupe nummulitique lui-même, deviennent des phénomènes d'un intérêt borné et qui cessent d'avoir leur importance, s'ils ne se reproduisent plus, lorsque l'on considère un ensemble de couches qui conserve au contraire des caractères parfaitement comparables sur près d'un tiers de la circonférence du globe.





CHAPITRE XIV.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Le terrain tertiaire présente, dans les États-Unis de l'Amérique septentrionale, une disposition générale différente de celle que nous lui avons reconnue dans l'ancien continent. Nous ne le voyons plus, en effet, sur la côte orientale du nouveau, en rapport avec les bassins des principaux cours d'eau qui, vers l'E. et le S.-E., descendent de la chaîne des Apalaches, et il n'y est point découpé de mille manières par les accidents orographiques du sol; il occupe, au contraire, une zone ou bande continue le long de la mer, depuis le cap Cod (Massachusetts) jusqu'à la pointe méridionale des Florides, se prolongeant ensuite vers l'O., autour du golfe du Mexique. La largeur de cette zone augmente du N. au S., et elle atteint 100 et même 150 milles dans cette dernière direction.

Dans le New-Jersey et une partie de la Virginie, comme dans les États d'Alabama, du Mississipi, de l'Arkansas, de la Louisiane et du Texas, le terrain tertiaire recouvre la formation crétacée; mais dans le Maryland et une partie de la Virginie, dans les deux Carolines et la Géorgie, il repose immédiatement sur la limite sud-est des roches primaires et granitiques.

Dès 1817, W. Maclure avait remarqué qu'à la jonction des roches secondaires et tertiaires avec les roches primaires, presque toutes les rivières avaient une pente plus prononcée et coulaient brusquement par des chutes ou rapides, comme la Delaware à Trenton, le Schuylkill près de Philadelphie, le Potomac près de Washington, la rivière James à Richemond, la Savannah à Augusta, etc. Sur ces divers points la navigation fluviale est arrêtée, et beaucoup de grandes villes s'y sont élevées, de sorte que la ligne qui marque la limite occidentale du terrain tertiaire et la limite orientale de la région primaire ou granitique a un intérêt à la fois géologique, géographique et politique (1).

(1) Lyell, *Travels in North America*, vol. I, p. 132, et vol. II, in-8, avec carte géologique. Londres, 1846.

Le relief de la zone tertiaire est peu accidenté, peu élevé au-dessus de la mer, et la pente générale très faible de la surface du sol est en rapport avec l'éloignement actuel du littoral. Les couches qui s'étendent ainsi presque horizontalement jusqu'à la côte de l'Atlantique ne s'élèvent pas moyennement à plus de 30 mètres et ne dépassent jamais plus de 150 mètres au-dessus de son niveau, dans la partie la plus voisine de la chaîne, là où les roches anciennes viennent affleurer. Si à cette disposition on ajoute, ce qui en est d'ailleurs la conséquence, que les limites géographiques des diverses formations tertiaires ne sont pas nettement marquées, et que les caractères stratigraphiques manquent de cette précision que nous avons si souvent eu occasion de constater dans l'ancien continent, nous reconnaîtrons que la description de la zone qui entoure le pied des Apalaches d'une ceinture continue, parallèle à la côte, à l'E. et au S., ne pourrait être présentée clairement en examinant séparément chaque formation, comme dans un bassin fermé et bien limité. Aussi décrirons-nous en même temps les formations tertiaires, en suivant un ordre géographique du N.-N.-E. au S.-S.-O., puis de l'E. à l'O., ou de l'État du Maine à la Floride, le long de l'Atlantique, et de cette péninsule au Texas, sur le pourtour septentrional du golfe du Mexique.

État du Maine.

La ville d'Augusta est bâtie sur des dépôts tertiaires et diluviens, les premiers constituant des lits d'argile régulièrement stratifiés, coupés par les vallées sur une hauteur de 60 mètres. Les collines de Bangor sont en partie composées de diluvium reposant sur des argiles et des sables qui recouvrent à leur tour des schistes talqueux et argileux. M. Ch. Jackson (1) signale, dans l'argile jaune, des corps qu'il compare, pour la forme et les dimensions, aux cigarres ordinaires de la Havane. Ils sont placés perpendiculairement et par rangées, le petit bout en haut, et quelquefois terminés par un tubercule ou un bulbe comme les *Syphonia*. Ces corps, pourvus d'un tube creux au centre, sont composés d'argile et d'hydrate de fer. D'autres assez semblables, nommés *ovulites*, se rencontrent dans l'argile correspondante du Massachusetts. La couche inférieure du dépôt est une argile bleue très tenace, renfermant beaucoup de

(1) *First Report*, etc. Premier rapport sur la géologie de l'État du Maine, p. 85, in-8, avec atlas. 1837. — *Id. Second Report*, p. 22. Augusta, 1838. — Ed. Hitchcock, *Sketch of the geology*, etc. Esquisse de la géologie de Portland et de ses environs. (*Boston Journ. nat. hist.*, vol. I, p. 306. 1837.)

matières végétales qui proviennent de plantes marines. Les coquilles sont particulièrement une Nucule, une Saxicave, la *Mya dehiscens* et d'autres appartenant, pour la plupart, à des espèces vivantes.

Ces argiles, qui s'élèvent à 30 mètres d'altitude, se prolongent dans le comté de Cumberland, et aux environs de Brewer elles forment un escarpement de 28 mètres au-dessus de la rivière. A Gardiner, on observe deux dépôts assez distincts, dont l'un appartiendrait à la formation tertiaire supérieure et l'autre à l'époque quaternaire. Il en existe encore de semblables à Portland, à Westbrook, qui, en suivant la rivière d'Augusta, s'étendent jusqu'à la mer. A Westbrook, les fossiles, assez nombreux, appartiennent à des espèces vivantes, et il nous semble assez probable que la plupart de ces argiles doivent être rapportées à la période de repos de l'époque quaternaire. Quant à l'argile plastique de Turner, elle est d'origine lacustre.

De nombreux infusoires fossiles existent dans les couches de *Bleu-Hill-Poud*. Le lit qui les renferme est d'un blanc de craie, et tous les infusoires sont d'eau douce, à l'exception de certains Spongiolites qui laissent quelques doutes à M. Ehrenberg. Dans l'État du Maine comme en Europe, et plus anciennement dans l'Asie-Mineure, les couches à infusoires ont été employées à la fabrication des briques et utilisées pour substance à polir (1).

Massachusetts.

M. Hitchcock (2) a divisé en deux étages le terrain tertiaire du Massachusetts : l'un qu'il nomme *terrain tertiaire récent*, et l'autre *argile plastique* (*plastic clay*). Le premier, composé de lits alternatifs de sable siliceux blanc et d'argile plastique bleue, occupe, le long du Connecticut, les points les plus élevés de la vallée. Son épaisseur est de 21 à 36 mètres, et son niveau, dans diverses localités, varie de plusieurs centaines de pieds ; aussi, d'après l'horizontalité des couches, l'auteur pense-t-il qu'elles se sont accumulées dans des bassins différents et indépendants les uns des autres. Leur postériorité à l'argile plastique de la partie sud-est du Massachusetts a été déduite de leur régularité comparée aux dérangements éprouvés par celles de l'île de Martha's Vineyard, qui sont redressées sous des angles assez prononcés.

(1) *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 1844.

(2) *Report on the geology*, etc. Rapport sur la géologie, la minéralogie, la botanique et la zoologie du Massachusetts, in-8, avec atlas de cartes, coupes et fossiles. Amherst, 1833. — 2e édit. 1844.



Dans les lits d'argile, on trouve des concrétions marneuses ou d'argile endurcie, arrondies, quelquefois sphériques, ou bien déprimées et lenticulaires qui, lorsqu'elles sont réunies, forment des plaques peu épaisses. A cet étage appartiennent encore des lits de fer hydraté, composés d'hématite brune, compacte, mamelonnée ou stalactitiforme, d'oxyde de manganèse et d'hydrate d'alumine (gibbsite). L'absence presque complète de fossiles rend l'origine de ces dépôts assez douteuse; cependant M. Hitchcock croit qu'ils se sont formés dans un grand lac dont la vallée actuelle du Connecticut occupe l'emplacement, et que la rivière est le dernier représentant du cours d'eau qui traversait le lac du N. au S.

L'étage de l'argile plastique, développé surtout dans l'île de Nantuket et dans celle de Martha's Vineyard, serait, pour le savant géologue américain, l'équivalent de l'*argile plastique* du bassin de la Tamise. Au cap Gay (Gay-Head), dans la dernière de ces îles, une coupe naturelle présente de bas en haut des argiles blanches, rouges et panachées, des argiles bleuâtres, des sables siliceux blancs, ferrugineux, micacés ou verts, et alternant avec des argiles. C'est dans les sables de la partie supérieure du dépôt que les fossiles sont le plus variés. Les couches plongent de 20° à 45° au N. Le lignite, en bancs de $1^m,50$ d'épaisseur, alterne avec les argiles. Une espèce de conglomérat de $0^m,90$ à 1 mètre, composé de cailloux de quartz arrondis avec argile, fer et carbonate de chaux, et rempli de fragments d'os et de dents d'animaux, paraît avoir été déposé dans un petit bassin particulier relevé sur ses bords. Les minerais de fer argileux sont aussi très répandus dans ces couches. Ils sont noduleux, colomnaires par suite de la division intérieure verticale des gros nodules, mamelonnés, pisiformes et ocreux. Il y a aussi du fer sulfuré rayonné, de la chaux sulfatée en petits prismes et de l'ambre. Parmi les fossiles, des dents de Squales, semblables à celles des faluns de la Touraine y sont très répandues, ainsi que des dents de sauriens. Quant à l'inclinaison des couches à Martha's Vineyard, c'est un fait trop isolé jusqu'à présent pour pouvoir être rattaché à quelque phénomène général.

M. Lyell (1) a fait voir le peu de probabilité que ces strates appartinssent au terrain tertiaire inférieur, et encore moins que le

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 31. 1842. — *Travels in North America*, vol. I, p. 258 et pl. V. Débris de Walrus ou de Morse.

sable vert fût une dépendance de la craie, comme le pensait M. Morton. On y a trouvé en effet des dents de *Carcharias megalodon*, d'*Oxyrhina xiphodon*, d'*O. hastalis*, de *Lamna cuspidata* et de deux autres *Carcharias* dont un est très voisin du *C. productus* de l'île de Malte. Les quatre premières espèces se représentent dans les dépôts correspondants d'Evergreen en Virginie, dont nous parlerons ci-après. Outre une espèce de crustacé, des Tellines, des Cythérées et des Myes, on a recueilli des débris de cétacés (*Balæna*, *Hyperodon*) fréquents dans la formation tertiaire moyenne de l'Amérique, et qui, avec les fossiles précédents, tendent à placer ces dépôts, d'ailleurs très puissants, dans la seconde période tertiaire. Les coprolites que M. Lyell y a rencontrés ont la plus grande analogie avec ceux du crag de Suffolk, où ils accompagnent aussi des débris de Requins et de cétacés.

Les marnes blanches, siliceuses, de Spencer, sont composées d'animaux microscopiques tous d'eau douce, tandis qu'à Providence-Cove (Rhode-Island) ce sont des espèces marines. M. Owen Mason a découvert, en 1838, une couche fluviatile fort étendue et remplie également d'infusoires (1).

Connecticut.

Les dépôts d'origine incertaine que nous avons vus occuper, dans le Massachusetts, la vallée du Connecticut, se prolongent au S., dans l'État de ce nom, avec les mêmes caractères. Ce sont des argiles, des sables et des graviers presque horizontaux, d'une épaisseur parfois de 15 mètres, et qui s'élèvent à peine de 30 mètres au-dessus de la rivière (2).

Les infusoires siliceux d'Andover constituent une couche fort étendue de 5 mètres d'épaisseur. Ce sont des Monades cuirassées, particulièrement des *Trachelo-monas*. Aux environs de New-Haven domine au contraire une espèce extrêmement petite, la *Staurosira construens* (3).

État de New-York.

Nous plaçons ici, mais avec doute, les dépôts composés de carapaces d'infusoires siliceux (Bacillariées), signalés par M. Bailey (4) à West-Point, et dont l'épaisseur est de 2m,50 à 3m,25. M. Ehren-

(1) Ehrenberg, *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 18[illegible]

(2) W. W. Mather, *Sketch of the gelogy*, etc. Esqui[illegible] logie des comtés de Windham et New-London. Norwi[illegible] Ces dépôts ont été probablement désignés sous le nom [illegible] par M. J. Percival (*antè*, p. 362).

(3) *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 1844.

(4) *Ibid.*, vol. XXXV, p. 118. 1838.

berg (1) y a reconnu 14 espèces, parmi lesquelles dominent la *Gallionella distans* et la *Navicula viridis.* 6 de ces espèces vivent encore en Europe, et 4 y sont aussi à l'état fossile. Parmi ces 4, il y en a 3 fossiles en Suède et en Finlande. Le genre *Amphidiscus*, mentionné à West-Point, se trouve aussi sur les bords de l'Amazone, mais n'a pas été rencontré en Europe. Plus tard, le même micrographe (2) a constaté, dans la même localité, 62 formes organiques dont 47 appartiennent à des animaux, et dont un seul genre était nouveau. Le reste comprenait 11 genres communs à l'Europe. Un tiers seulement des espèces est propre au dépôt de West-Point; toutes les autres se retrouvent en Europe. En outre, les vases actuelles de la côte renferment 49 espèces vivantes qui existent aussi dans la faune actuelle des environs de Berlin. En résumé, le nombre total des espèces de West-Point est de 133, réparties dans 36 genres, dont un seul (*Amphiprora*) n'a point son analogue de ce côté de l'Atlantique.

New-Jersey.

Dans son dernier rapport sur la géologie du New-Jersey, M. H.-D. Rogers (3) a donné les analyses d'un très grand nombre de marnes calcaires qui représentent l'extrémité septentrionale de ces vastes dépôts tertiaires bordant les côtes des États-Unis du centre et du sud. Ils n'ont quelque importance dans celui-ci que vers l'extrémité occidentale du comté de Cumberland. D'après l'analogie des fossiles qu'il y a rencontrés avec ceux des couches correspondantes du Maryland et de la Virginie, l'auteur rapporte ces marnes à la période tertiaire moyenne.

Maryland.

La côte orientale du Maryland, au sud de l'Elk, est formée par un dépôt irrégulier de gravier, de sable et d'argile reposant sur une couche d'argile remplie de coquilles exploitées pour l'agriculture, et qui paraît commencer à la rivière Sassafras, puis se retrouver aussi sur les bords de la Bohemia. A l'embouchure du ruisseau de Saint-Inige (Saint-Inige's creek) les coquilles de la couche argilo-sableuse sont fort abondantes, et l'argile bleue qui renferme du gypse cristallisé, du bois à l'état de lignite et des pyrites, existe

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XXXIX. 1840.

(2) *Ibid.*, vol. XLVI, p. 297, 1844. — *Verbreitung und Einfluss der mikroskopischen Lebens*, etc. Acad. de Berlin, 25 mars et 10 juin 1841. — Berlin, 1843, avec 4 pl.

(3) *Descript. of the geology*, etc. Description de la géologie de l'État de New-Jersey, p. 293, in-8, avec carte et coupes. Philadelphie, 1840.

encore à Hog-Point, sur la rivière du Patuxent. MM. J. Ducatel et J.-H. Alexander (1) ont également décrit les terres pyriteuses du cap Sable, dans le comté d'Anne-Arundel, sur les bords du Magothy. La combustion spontanée des lignites alimente la manufacture d'alun et de vitriol de Baltimore, et le lignite lui-même est employé directement pour amender les terres.

Deux variétés de mines de fer, l'oxyde rouge et l'oxyde brun, sont encore associées aux argiles précédentes. Le carbonate de fer et l'oxyde brun se montrent dans une large bande qui comprend la partie supérieure de la formation tertiaire, près de sa jonction avec les dépôts de gravier, de sable ferrugineux et de blocs quaternaires. Le carbonate de fer s'y présente en nodules ovales ou sphériques, composés de feuillets concentriques. Il donne 40 à 50 p. 100 de fer de bonne qualité.

M. J.-T. Ducatel (2) signale dans le comté de Calvert deux bancs de coquilles : l'un, à la partie inférieure du sol, est continu, et forme le *substratum* du pays ; l'autre, placé vers le haut des collines, semble avoir été détruit en partie par les agents qui ont occasionné les inégalités actuelles de la surface. Ces bancs sont séparés par des vases argileuses, des sables et des argiles sableuses ou ferrugineuses. La coupe de la falaise de Frazier, sur la côte occidentale de la baie de Chesapeake, donne la série complète de la formation sur une hauteur totale de 33 mètres. Les coquilles y sont disséminées dans la plupart des couches argileuses et sablonneuses, et cette disposition se retrouve, tant sur les bords du Patuxent que sur la côte orientale de la baie. Ordinairement il y a trois bancs coquilliers plutôt que deux : le supérieur, qui renferme le moins de fossiles, est un sable ferrugineux rouge avec des Peignes ; le second est souvent mis à découvert dans les chemins, et l'inférieur, qui est le plus riche en coquilles marines enveloppées dans un sable argileux, est très recherché pour l'amendement des terres.

Des couches coquillières semblables paraissent s'étendre sur tout le comté d'Anne-Arundel, entre la baie de Chesapeake et le Potomac. Dans les bancs inférieurs on rencontre fréquemment des débris de *Delphinus leuca*, espèce qui se montre encore souvent dans la baie même. Les bancs coquilliers supérieurs du comté de Calvert pa-

(1) *Amer. Journ.*, vol., XXVII, p. 1. 1834.
(2) *Report of the geology of Maryland*, p. 72, in-8. 1835. — *Id.* 1836.

raissent être représentés dans celui-ci par de grandes masses de coquilles silicifiées que l'on exploite à la surface du sol aux environs de Friendship. Ces assises tertiaires, probablement de la période moyenne, sont de même bien développées dans l'île d'Holland, comme sur tout le fond de la baie d'Herring. Enfin le pays qui s'étend depuis les limites du comté de Calvert jusqu'à Baltimore est composé de sables verts et ferrugineux plus ou moins coquilliers.

Virginie. Au sud de la rivière James, les deux plans qui, à partir des derniers rapides des rivières, s'abaissent successivement vers l'E., paraissent être entièrement occupés par des couches coquillières que l'on trouve partout à la même profondeur, au-dessous de la surface de la plaine. Ces couches sont très uniformes dans leurs caractères, et le long des rivières Blackwater, Nottoway et Mehrrin les marnes bleues les plus basses de la série tertiaire moyenne de la Virginie ont également des caractères très constants. Dans la partie méridionale de l'État, elles s'élèvent à peine de quelques pieds au-dessus du niveau des eaux, tandis que sur les bords de la rivière James il y a un relèvement sensible vers l'O. Au nord de cette rivière la même disposition est encore plus prononcée, et des marnes jaunes et fragmentaires surmontent les précédentes.

Passant à l'examen des couches tertiaires inférieures déjà décrites dans ses autres rapports, M. W.-B. Rogers (1) indique leurs limites sur les bords du Potomac. A trois quarts de mille au-dessous de l'embouchure du ruisseau de Powell on voit affleurer la formation inférieure. Les couches endurcies et d'une teinte claire renferment des empreintes de coquilles et des Huîtres. Elles se relèvent en s'avançant vers l'O. Le banc de coquilles est recouvert de sables ferrugineux peu épais, avec des cristaux de gypse, puis viennent un lit de cailloux roulés, regardé comme terminant la période inférieure, et au-dessus des argiles de la période moyenne. A Pétersbourg les couches sont sableuses et verdâtres. La formation inférieure s'étend d'une manière continue du Potomac à la rivière James, et la coupe suivante, qui comprend toutes les couches, depuis le granite jusqu'aux dépôts récents, peut donner une idée de la composition du terrain tertiaire dans cette partie du littoral de l'Atlantique.

---

(1) *Report of the progress*, etc. Rapport sur les progrès du relevé géologique de l'État de Virginie, in-8. Richemond, 1840.

Terrain quaternaire.	1. Bancs irréguliers de sable et de gravier diluvien. 2. Argiles et sables antérieurs au phénomène diluvien, mais plus ou moins remaniés par lui.
Formation tertiaire moyenne.	3. Partie supérieure des marnes jaunes; conglomérat et coquilles brisées à la base. 4. Partie inférieure des marnes jaunes; coquilles disséminées dans le sable; argile plastique avec coquilles à la base. 5. Marnes bleues supérieures; coquilles plus variées à mesure qu'on s'abaisse. 6. Marnes bleues inférieures, plus sableuses et très coquillières.
Formation inférieure.	7. Lit de cailloux roulés ou gravier ferrugineux. 8. Couches tertiaires inférieures des bords de la rivière James; argile et sable ordinairement verdâtres; coquilles, sable vert et gypse.
	9. Assise du grès, profondément ravinée à la partie supérieure, avant le dépôt des couches tertiaires qui lui ont succédé (1). 10. Granite et roches primaires supportant le grès.

D'après MM. W.-B. et H.-D. Rogers (2), l'espace compris entre le Potomac et le Rappahannock, depuis la baie de Chesapeake jusqu'à la limite de la marée, près de Fredericksburg, est occupé par les formations tertiaires inférieure et moyenne. La première, qui constitue le sol de la partie occidentale, recouvrant le grès secondaire de Fredericksburg, s'étend vers l'E. avec une inclinaison très faible, pour disparaître sous la formation moyenne près de l'embouchure du ruisseau Chingoteague, dans la vallée du Rappahannock, et à la pointe de Mathias dans celle du Potomac. Les assises tertiaires moyennes se prolongent ensuite à l'est de cette ligne, et constituent à l'ouest quelques éminences au-dessus des précédentes. Les sédiments de cette seconde période présentent ici, comme au sud de la rivière James, des marnes bleues à la partie inférieure, et un banc

(1) L'auteur dit que dans cette coupe les couches secondaires, si elles existent, n'ont pas été rencontrées, mais il semble que ce grès doit en faire partie; en outre, il paraîtrait plus naturel de rapporter les cailloux roulés n° 7 à la formation moyenne qu'à l'inférieure.

(2) *Contribution to the geology*, etc. Documents pour la géologie des formations tertiaires de la Virginie. (*Transact. Amer. phil. Soc. of Philadelphia*, vol. V, p. 320. 1835.) — *Description de plusieurs espèces de coquilles tertiaires du même pays*. (*Ibid.*, p. 371, 5 pl. — *Amer. Journ.*, vol. XXXVIII, p. 183. 1840.)

mince de roche ferrugineuse qui les sépare du diluvium placé dessus. C'est dans ces argiles ou marnes bleues que les fossiles sont le plus nombreux. Les lits supérieurs ne présentent que les moules et les empreintes des espèces qui ont encore leur test dans les marnes où le sable vert se trouve mélangé en assez grande quantité.

M. H.-D. Rogers a fait connaître l'existence d'une couche d'animaux microscopiques marins, sur les bords du Rappahannock et à Richemond. Elle a été suivie depuis la rivière Mehrrin, près de la limite sud de la Virginie, jusqu'aux environs de Piscataway, quelques milles au sud de Washington. A Pétersbourg la couche, entièrement formée de test siliceux, a une épaisseur de 10 mètres. Elle est à la base de la formation tertiaire moyenne, et n'appartient point à l'inférieure, comme on l'avait prétendu.

Ces animaux microscopiques ont, suivant M. Bailey (1), la plus grande analogie avec ceux d'Oran, en Afrique, dont le gisement a été rapporté avec d'autant moins de raison à la craie par M. Ehrenberg que M. Rozet l'avait parfaitement indiqué comme tertiaire. Les espèces communes à l'Afrique et à la Virginie appartiennent aux genres *Actinocyclus*, *Coscinodiscus*, *Dictyocha*, qui se rencontrent non seulement à Oran, mais encore à Caltanisetta, en Sicile, et sur d'autres points. Plusieurs d'entre elles vivent dans le port de Boston, et jusqu'à six milles de la mer en remontant l'Hudson. Le savant micrographe américain a constaté l'identité des espèces dans toute l'étendue de la couche, à Pétersbourg, à Richemond, et sur les bords du Rappahannock (2); mais M. W.-B. Rogers paraît douter qu'elle soit tout à fait continue, et que les divers gisements observés se trouvent sur le même horizon; il pense que quelques uns pourraient être plus récents que ceux qui existent à la base de la formation moyenne.

M. Ehrenberg (3), qui a été frappé comme M. Bailey de la

(1) *Amer. Journ.*, vol. XLI, p. 214. 1841. — *Sketch of the infusoria*, etc. Esquisse des infusoires de la famille des *bacillariées*. (*Ibid.*, vol. XLIII, p. 321, 1842, avec planches. —*Transact. Assoc. amer. geol.*, 1840—41, p. 112, avec 6 pl. — Ehrenberg, *Notice sur les infusoires d'Amérique*. (*Acad. de Berlin*, 25 mars 1841. — *Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 393. 1842.)

(2) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 313. 1843. — *Ibid.*, vol. XLVI, p. 137. 1844.

(3) *Verbreitung und Einfluss des mikroscopischen Lebens in S. und N. Amerika*. (*Kon. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 25 mars

grande ressemblance des animaux microscopiques de la Virginie avec ceux d'Oran, a reconnu que, parmi les 52 espèces de la couche d'Amérique, il y en avait 46 appartenant à 30 genres, lesquels, à l'exception de 2, sont tous européens. Un cinquième des espèces sont nouvelles. Sur 12 *Coscinodiscus*, 5 sont communes à Oran et à Richemond. De 8 espèces d'*Actinoptychus*, 3 se trouvent dans les deux localités, 4 sont propres à Richemond et 1 à Oran, etc.

Carolines du Nord et du Sud et Géorgie.

Dès 1834, M. T.-A. Conrad (1) a décrit la formation tertiaire inférieure qui, à partir du Maryland, s'étend au S.-O. pour se montrer accidentellement, et toujours avec une faible épaisseur, dans les États de Virginie, des deux Carolines, de la Géorgie, et, plus à l'O., dans celui d'Alabama. M. J. Hodge (2) a donné plus tard quelques détails sur le gisement des fossiles tertiaires et crétacés des États-Unis du sud, détails accompagnés d'une liste des coquilles de la formation moyenne de la Caroline du Nord, par M. Conrad.

M. Ch. Lyell, qui s'était occupé avec autant de persévérance que de succès du terrain tertiaire de l'ouest et du sud de l'Europe, a fait ensuite de longues recherches aux États-Unis, dans le but de comparer les sédiments présumés contemporains des deux côtés de l'Atlantique. Dans le mémoire qu'il publia au retour de son premier voyage, il avait traité des formations inférieure et moyenne de la Virginie, des deux Carolines et de la Géorgie (4), en suivant un ordre géographique, et il avait reconnu qu'elles s'accordaient, dans leurs caractères paléontologiques, avec celles de France et d'Angleterre, qu'il n'y avait point de fossiles secondaires dans les couches appelées *secondaires supérieures* par les géologues américains, et qu'en réalité il n'existait pas, comme on l'avait prétendu, de passage entre les terrains secondaire et tertiaire.

A la suite de son second voyage, le même savant publia deux

---

et 10 juin 1841. — A part, avec planches. Berlin, 1843. — *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 1844.)

(1) *Observations on the tertiary*, etc. Observations sur les formations tertiaires et plus récentes d'une partie des États du Sud. (*Journ. acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. VII. p. 1 et 116. 1834.) — *Observations on the plastic clay.* (*Amer. Journ.*, vol. XXXVIII, p. 91. 1840.) — J. R. Cotting, *Geologie of Georgia.*

(2) *Transact. Assoc. of amer. geologists*, 1840—42, p. 94. — *Amer. Journ.*, vol. XLI, p. 332. 1841.)

(3) *On the tertiary formations*, etc. Sur les formations tertiaires et leur connexion avec la craie dans la Virginie, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 73.)

mémoires sur le terrain tertiaire de ces mêmes États, l'un consacré à la formation moyenne (*miocène* de l'auteur) (1), l'autre à la formation inférieure (*éocène*) (2). La surface que comprennent la Géorgie, les deux Carolines et la Virginie étant principalement assez bien limitée entre les rivières du Potomac et du Chattahoochee, en faisant abstraction pour un instant de la presqu'île de la Floride, nous suivrons le célèbre géologue anglais dans la description qu'il a donnée des deux premières formations tertiaires.

Formation moyenne.

Les dépôts tertiaires inférieurs et même moyens du New-Jersey, du Maryland et de la Virginie composés, comme les dépôts secondaires, de marnes, d'argiles et de sables divers, où les grains verts sont fort abondants, ne diffèrent des roches crétacées sous-jacentes que par leurs fossiles. La formation tertiaire moyenne de la plaine qui borde l'Atlantique s'étend de la baie de la Delaware au cap Fear-River, sur une longueur de 400 milles du N. au S., avec une largeur qui varie de 10 à 70 milles. Dans la Caroline du Sud et la Géorgie, où domine la formation inférieure, il y a encore quelques lambeaux de la seconde période, mais leurs limites restent à déterminer.

On a vu que, dans la Virginie, MM. Rogers avaient établi, par des considérations stratigraphiques, la position des couches rapportées à la période moyenne ; de son côté, M. Lyell, en adoptant la même opinion et en l'étendant aux deux Carolines, s'appuie sur ce que : 1° le long de la rivière James et ailleurs, on voit ces couches recouvrir la formation inférieure caractérisée par des fossiles qui ressemblent à ceux du nord de la France et de l'Angleterre ; 2° les genres de coquilles et la proportion des espèces par lesquelles ils sont représentés s'accordent pour la plupart avec ceux qui caractérisent les sédiments moyens de l'Europe ; de part et d'autre beaucoup de ces espèces sont voisines et quelques unes sont identiques ; 3° la proportion des coquilles identifiées avec les espèces vivantes est d'environ 17 pour cent ou 1/6 du total qui est de 147 espèces, et les espèces vivantes se trouvent actuellement sur le littoral voisin de l'Atlantique ; 4° on remarque le même mélange de coquilles de

---

(1) *On the miocene tertiary strata*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 413. 1845.)

(2) *Observations on the white limestone*, etc. Observations sur le calcaire blanc et autres couches tertiaires plus anciennes de la Virginie, de la Caroline du Sud et de la Géorgie. (*Ibid.*, p. 429.)



formes méridionales et septentrionales que dans les faluns de la France; 5° les genres auxquels appartiennent les 10 espèces de coraux que l'on connaît sont, à une seule exception près, de la période moyenne de l'Europe, et que, de ces 10 espèces, 2 se retrouvent de chaque côté de l'Atlantique (une Lunulite du crag et des faluns et l'*Anthophyllum lineatum* des faluns); 6° parmi les poissons, il y en a plusieurs de la famille des Requins qui s'accordent avec des espèces des couches correspondantes de l'Europe, tels que *Carcharias megalodon*, *C. productus*, *Lamna xiphodon*, *L. hastalis* et *L. cuspidata;* 7° enfin, il y a absence de reptiles, ce qui est un autre point d'analogie, de même que l'existence de part et d'autre des débris de grands cétacés (1).

Les dépôts tertiaires moyens de l'est des États-Unis sont principalement composés de sable et d'argile, comme leurs contemporains de l'Europe, et les bancs coquilliers y sont exploités pour l'amendement des terres, absolument de la même manière que les faluns de la Touraine et le crag du Suffolk (2). Partout les strates sont horizontaux, mais ils ont éprouvé des dénudations considérables à la partie supérieure, puis ont été recouverts et nivelés par un dépôt argileux presque constamment rouge.

M. Conrad (3), après avoir constaté qu'il y avait parmi les mollusques 24 espèces vivantes communes aux côtes orientales et occidentales de l'Atlantique (4), avait admis que certaines espèces tertiaires de la formation supérieure (*older pliocene*) se trouvaient également fossiles sur les deux continents, et qu'il en était de même pour des espèces tertiaires inférieures. Dans un autre mémoire (5), où il ne reconnaît pas non plus aux États-Unis la formation moyenne (*miocene*), le même naturaliste a cherché à y distinguer des dépôts quater-

---

(1) Lyell, *Travels in North America*, vol. I, p. 137.
(2) *Ibid.*, p. 134.
(3) Morton, *Synopsis on the organic remains*, etc., 2e éd. in-8. Philadelphie, 1834. — *Amer. Journ.*, vol. XXVII, p. 377. 1835. — *Fossils of the medial tertiary of the United-States*, n° 1, 17 pl., 1839; n° 2, 12 pl., 1840.
(4) On a vu (*antè*, pp. 135 et 814) que ce nombre, réduit à 13 par M. Philippi, avait été porté à 66 par M. Ed. Forbes, et à 70 par M. Gould.
(5) *Observations on the tertiary strata*, etc. Observations sur les couches tertiaires de la côte de l'Atlantique. (*Amer. Journ.*, vol. XXVIII, p. 104. 1835.) — Id., *sur les fossiles tertiaires des États-Unis*. Philadelphie, 1838. (Ouvrage resté incomplet.)

naires (*newer pliocene*), puis deux étages dans le terrain tertiaire supérieur. L'un, qu'il nomme *medial pliocene*, renferme 30 p. 100 d'espèces vivantes, et l'autre, appelé *older pliocene*, est caractérisé par la *Perna maxillata*, Lam., et en contient au contraire fort peu. Enfin il signale dans le terrain tertiaire inférieur (*eocene*) quelques coquilles vivantes des côtes actuelles et quelques espèces du terrain secondaire. Nous venons de dire que cette dernière assertion avait été réfutée par M. Lyell, et que ce géologue, d'accord avec MM. Rogers, admettait l'existence de la formation tertiaire moyenne (*miocene*), mais à son tour il ne paraît pas avoir reconnu celle de la formation supérieure (*pliocene*).

Des 147 espèces de fossiles tertiaires de la période moyenne, M. Lyell trouve que 23 ont encore leurs analogues vivantes, et il pense que des recherches ultérieures feront rencontrer dans la faune actuelle un plus grand nombre d'espèces identiques. 9 espèces (*Fusus rostratus*, Duj., *Purpurea lapillus*, Linn., *Turritella plebeya*, Say, (*T. Linnæa*, Duj.), *Dentalium costatum*, Sow., *Ditrupa gadus* du crag, *Lucina divaricata*, Lam., des faluns (*L. contracta*, Say, *L. radula*, Lam., du crag), *Perna maxillata*, Lam., *Astarte undulata*, Say (*A. bipartita*, Sow.), sont communes aux couches moyennes des États-Unis et de l'Europe occidentale, et la plus grande analogie entre les deux faunes consiste dans la ressemblance des genres. En outre 13 espèces, sans être identiques, sont cependant assez voisines pour être regardées comme les représentants géographiques sur les deux côtes. 12 espèces sont des formes propres à l'Amérique, et 6 d'entre elles ont encore leurs analogues vivantes.

On voit, d'après cela, que la distribution géographique actuelle des mollusques remonterait jusqu'à la période tertiaire moyenne ; car on sait également que les espèces vivantes, trouvées à l'état fossile en Europe, habitent de même les côtes de France, des îles Britanniques, de la Méditerranée ou du nord de l'Afrique, mais qu'elles ne s'étendent pas jusqu'aux rivages de l'Amérique. Une espèce de Calyptrée cependant paraît avoir son analogue vivante dans l'océan Pacifique. Comme dans le crag, les coquilles lacustres, fluviatiles et terrestres se rencontrent très rarement dans les dépôts marins des États-Unis (1).

---

(1) Suivant M. Lyell, la proportion des bivalves marines qui ont leurs analogues vivantes serait plus grande que celle des univalves, opinion conforme à ce qu'a observé M. Philippi dans la distribu-

M. Lyell fait remarquer encore que les coquilles de la Virginie et du Maryland ont plus d'analogie avec celles des faluns de la Touraine et de Bordeaux qu'avec celles du crag, par la présence des genres Cône, Olive, Marginelle, etc. Les premières, se trouvant sous le 37° lat. N., et les secondes sous le 47°, indiqueraient à cette période une courbure des lignes isothermes semblable à celle d'aujourd'hui. La rareté des polypiers coïnciderait avec celle des dépôts calcaires. D'après M. Lonsdale, les 10 espèces connues annoncent une température presque égale à celle des faluns du bassin de la Loire, plus chaude que celle déduite des polypiers du crag, mais moins tropicale que celle des faluns du bassin de la Garonne. Enfin, des ossements de Baleine et de Mastodonte se trouvent fréquemment dans cette formation, ainsi qu'un *Amphidetus* (1).

Formation inférieure.

M. Conrad (2) et MM. Rogers avaient déjà rapporté à la formation tertiaire inférieure les couches les plus basses des bords du Potomac et de la Géorgie, qui sont des marnes et des sables verts ressemblant minéralogiquement aux couches crétacées du New-Jersey. Plus au S., M. Lyell (3) a fait voir que, dans les deux Carolines et dans la Géorgie, cette formation était plus développée et présentait des caractères minéralogiques différents. Ce sont en effet des marnes blanches très calcarifères et des calcaires blancs passant vers le haut, dans la Géorgie, à une argile rouge et blanche, puis des sables ferrugineux associés à des lits de pierre meulière et de roches siliceuses regardées à tort par quelques géologues comme appartenant à la craie supérieure. Tous les fossiles en sont essentiellement tertiaires, et il existe ici, entre les dépôts crétacés et plus récents, la même séparation que dans l'Europe occidentale (4).

---

tion géographique des mollusques vivants, où les bivalves se propagent sur des étendues plus considérables que les univalves. La puissance locomotrice de ces derniers aurait pu conduire *à priori* à une conclusion inverse.

(1) *Travels in North America*, vol. I, p. 139.

(2) *Journ. Acad. of the nat. sciences*, 1830. — Voyez aussi un résumé de M. Greenough dans son discours annuel à la Soc. géol. de Londres. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 157 et suivantes.)

(3) *Observations on the white limestone*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 429. 1845.) — *Ibid.*, n° 8, p. 405. Mai 1846.) — *Travels in North America*, vol. I, p. 176.

(4) M. Conrad (*Tertiary fossil Shells*, 1832) et M. Lea (*Contri-*

Dans la Caroline du Sud, on voit de puissantes assises composées d'argile schisteuse, de sable quartzeux, de limon rouge et de bancs de meulière recouvrir le calcaire blanc des bords de la Santee. La formation inférieure, développée entre les rivières Cooper et Ogeechee, atteint une épaisseur de 60 mètres au-dessus d'Augusta, où elle repose sur les roches primaires. Les bords de la Savannah, entre cette ville et la mer, présentent des coupes naturelles que M. Lyell a décrites, et où il a recueilli 25 espèces de coquilles qui se retrouvent dans d'autres localités appartenant à la même formation. Aux environs de Jacksonboro, des dépôts de cet âge renferment encore des fossiles variés.

La difficulté de classer les couches tertiaires des États du Sud résulte de la grande étendue des argiles rouges et blanches et des sables siliceux sans fossiles. Les sables stériles qui forment le sol des landes couvertes de pins, dans les plaines basses de la Virginie et de la Caroline du Nord, paraissent être de la seconde période, comme les argiles ferrugineuses et rouges de l'île de Martha's Vineyard et de Richemond, tandis que ceux d'une grande partie de la Caroline du Sud et de la Géorgie sont de la période inférieure. Les environs d'Orangburg, d'Aikin, de Stony-Bluff et de Millhaven appartiennent à ces dépôts de meulières ou pierres à meules (*burrstone formation*).

Sur 125 espèces de coquilles provenant des couches tertiaires inférieures des États-Unis, M. Lyell n'en a retrouvé que 7 dans les couches correspondantes de l'Europe (*Bonellia terebellata*, Conr., *Trochus agglutinans*, Lam., *Solarium canaliculatum*, id., *Infundibulum trochiforme*, Lea, *Cardita planicosta*, Lam. (*venericardia*), *Lithodomus dactylus*, *Ostrea bellovacina*, Lam.), c'est-à-dire une proportion qui dépasse à peine 5 pour 100. La proportion des espèces qui ont leurs identiques vivantes est encore moindre. Cependant un quart des espèces sont très voisines de coquilles du même âge en Europe, tandis qu'un autre quart présente des formes extrêmement différentes (1).

---

bution to geology, etc.) avaient aussi rapporté ces couches à l'argile de Londres et au calcaire grossier; mais ces deux naturalistes ayant travaillé séparément presque en même temps, la plupart des coquilles reçurent deux noms. La synonymie fut rétablie ensuite par M. Conrad. (*Synopsis of organic remains of cretaceous group*, par M. Morton. Philadelphie, 1834.)

(1) L'*Ostrea sellæformis*, Conr., qui peut être considérée comme

M. H.-C. Lea (1) a décrit quelques nouvelles coquilles des couches tertiaires de Saint-Pétersbourg (Virginie), et M. Bailey a reconnu que la marne sur laquelle est bâtie la ville de Charleston (Caroline du Sud), et dont l'épaisseur est de plusieurs centaines de pieds, est entièrement composée d'animalcules microscopiques. Ceux-ci ne sont pas siliceux et diffèrent essentiellement de ceux de Richemond et de Pétersbourg. Ce sont des polythalames ou foraminifères de la famille des Plicatilies (Ehrenberg) ou Agathistègues (d'Orb.). M. R. Gibbes (2) a signalé un nouveau genre de mammifère dans les assises de la Caroline du Sud, et M. Toumey (3) un crâne de *Zeuglodon* dans les couches les plus élevées de la formation inférieure de cet État. Il avait été recueilli sur les bords de l'Ashley, à 10 milles de Charleston, dans des calcaires où se trouvaient la *Venericardia planicosta* et d'autres coquilles bien connues de la même formation. Il y aurait en outre, suivant l'auteur, la *Gryphæa mutabilis* et la *Terebratula Harlani* de la craie, mais peut-être proviennent-elles des dépôts sous-jacents. Le *Zeuglodon*, sur lequel nous aurons occasion de revenir ci-après, paraît avoir vécu pendant toute la période tertiaire inférieure, laquelle aurait été d'ailleurs assez longue, puisque le sondage de Charleston a traversé sur une épaisseur de 100 mètres des assises qui en dépendent. Enfin, on doit à M. R.-W. Gibbes (4) la connaissance de nouvelles espèces de Squalides provenant des mêmes couches de la Caroline du Sud.

Floride.

Les environs de Fort-Brook, jusqu'à la pointe de Tampa-Bay, montrent, au-dessous de la surface du sol, un banc de calcaire blanc, dur, solide ou terreux qui paraît être formé de coquilles brisées et décomposées. Cette roche friable, et ressemblant à de la craie lorsque toute trace d'organisation a disparu, a été observée par

---

le représentant de l'*O. flabellula* de l'ouest de l'Europe, est une des coquilles les plus caractéristiques et les plus répandues de la période tertiaire ancienne de la Virginie, de la Caroline du Sud et de la Géorgie. (*Travels in North America*, vol. I. p. 179.)

(1) *Transact. Amer. phil. Soc. of Philadelphia*, vol. IX. part. 2.

(2) *Proceed. Acad. nat. sc.* Juin 1845. — *London geol. Journ.*, nº 1, p. 37. 1846. — *Mem. on the fossil genus*, etc. Mém. sur le genre fossile *Basilosaurus*, etc. (*Journ. de l'Académie des sc. de Philadelphie*, 2ᵉ sér., vol. I. 1847.)

(3) *Proceed. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. III, p. 152. 1847. — *Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 283. 1847.

(4) *Ibid.*, vol. III, p. 266. 1847.

M. J. Allen (1) sur des points distants de 150 milles. Elle constitue le fond des lacs et des marais de l'intérieur du pays. Tantôt on y trouve de nombreux fossiles, tantôt ils manquent complétement. Son épaisseur n'est que de 3 à 4 mètres, et au-dessous vient une roche siliceuse bleu foncé, compacte, quelquefois celluleuse avec des cristaux de quartz tapissant les cavités. Ces deux roches sont les deux seules couches solides de toute la péninsule de la Floride.

Le long de la côte de Tamba-Bay, qui est sableuse et peu élevée, on remarque çà et là des marnes parfaitement distinctes des assises précédentes. A 2 milles à l'ouest de Fort-Brook, la marne est argileuse, bleue, traversée par des veines de chaux carbonatée; elle renferme de très beaux fossiles et une grande quantité de silex, de teintes et de formes variées. Le test des coquilles est changé en silex rouge, lie de vin ou en cornaline. Un certain nombre d'entre elles vivent encore sur la côte. D'autres lits de marne, probablement plus récents, et qui suivent le bord de la mer à Fort-Brook, sont remplis d'Huîtres associées à d'autres coquilles, et il en est de même sur divers points de la côte occidentale de la péninsule.

M. T.-A. Conrad (2), qui a décrit aussi les environs de Tampa-Bay, regarde les roches siliceuses avec fossiles siliceux, que l'on suit jusqu'aux chutes d'Hillsborough, à 9 milles au-dessus de Tampa, comme appartenant à la formation tertiaire inférieure. Sur les bords du Manatte règne le calcaire de la Floride dont nous venons de parler. Les coquilles qu'il renferme n'ont point leurs analogues vivantes dans les mers de l'Amérique du Nord; toutes, hormis une, sont marines et ne ressemblent ni aux espèces tertiaires inférieures ni à celles de la période moyenne. L'auteur suppose qu'elles appartiennent aux dernières assises de la formation inférieure, parce qu'il a remarqué que les fossiles de cette période variaient beaucoup d'un point à un autre. C'est ainsi que ceux de la rivière Santee, dans le sud de la Caroline, sont tout à fait distincts de ceux que nous verrons caractériser plus à l'O. les dépôts de Saint-Stephen dans l'Alabama. Ces couches tertiaires s'étendent sur toute la pénin-

(1) *Some facts*, etc. Quelques faits relatifs à la géologie de Tampa-Bay. (*Amer. Journ.*, 2e sér., n° 1, p. 38. 1846. — *L'Institut*, 14 oct. 1846.)

(2) *Observations on the geology*, etc. Observations sur la géologie de la partie orientale de la Floride. (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. II, p. 36. 1846.)



sule dont les côtes orientales et occidentales sont recouvertes de dépôts quaternaires (*antè*, p. 346).

Alabama.

En 1834, M. T.-A. Conrad (1) annonça que les couches tertiaires inférieures (*eocene*) de Claiborne, sur la rivière d'Alabama, étaient entourées de calcaires secondaires caractérisés par la *Nummulites Mantelli*, Mort., et qu'à l'ouest de ce point on ne connaissait pas de dépôts tertiaires inférieurs, si ce n'est sur les bords de la Washita, près de Monroe, où se retrouvaient les fossiles caractéristiques de Claiborne. Sur 300 espèces de coquilles provenant de cette dernière localité, aucune, suivant le naturaliste américain, n'était identique avec les coquilles tertiaires supérieures (*pliocene*) du pays, ni avec les espèces vivantes, à l'exception de la *Lutraria papyria*, Conr. Plus tard, M. H. Lea (2), en décrivant plusieurs espèces nouvelles de Claiborne, plaça le dépôt qui les renfermait sur l'horizon de l'argile de Londres et du calcaire grossier du bassin de la Seine. La découverte des ossements de *Zeuglodon* ou *Basilosaurus* ayant engagé M. Conrad (3) à examiner leur gisement, il reconnut que les débris de neuf individus que l'on avait recueillis provenaient du calcaire blanc de l'État d'Alabama, calcaire placé immédiatement sous les couches tertiaires inférieures dont il renferme même quelques espèces. Adoptant encore l'ancienne opinion de M. Morton, il mit le calcaire blanc ossifère en parallèle avec la craie supérieure de Maestricht, et la présence de quelques fossiles tertiaires avec d'autres crétacés lui fit penser qu'on pouvait ranger ce même calcaire indifféremment dans l'une ou l'autre formation. M. Lyell (4), en donnant une coupe des environs de Claiborne, plaça également dans la craie les calcaires blancs à Nummulites, et y admit l'existence de fossiles crétacés, opinion que partagea aussi M. H.-D. Rogers (5).

---

(1) *Observations on the tertiary formations*, etc. Observations sur les formations tertiaires et plus récentes d'une partie des États du Sud. (*Journ. Acad. nat. sciences of Philadelphia*, vol. VII, p. 1 et 116. 1834.)

(2) *Amer. Journ.*, vol. XL, p. 92. 1841.

(3) *On the geognostic position*, etc. Sur la position géognostique du *Zuglodon* ou *Basilosaurus* de Harlan. (*Amer. Journ.*, vol. XXXVIII, p. 381. 1840.)

(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 36. 1842.

(5) *Address delivered*, etc. Discours prononcé à la réunion de l'Association des géologues américains. Mai 1844. (*Amer. Journ.*, vol. XL, n° 2, p. 251. 1844.)

Après avoir fait de nouvelles observations, M. Conrad (1) crut que les calcaires à Nummulites marquaient la séparation de deux terrains et il les confondit avec les couches à *Zeuglodon*, regardées comme du même âge que les sables, soit dans l'Alabama, soit dans les États de l'ouest. Ainsi il régnait encore sur ce sujet une grande confusion qu'il était réservé à un géologue de l'Europe de faire cesser.

Lors de son second voyage, M. Lyell (2), ayant pu s'assurer par lui-même des vrais rapports et des vrais caractères des dépôts secondaires et tertiaires de l'Alabama, vint lever toute incertitude à leur égard. Dans cet État, la formation tertiaire inférieure où prédominent les calcaires est horizontale et recouverte d'argiles rouges, de vases, de graviers quartzeux, de terre blanche à porcelaine, d'argile jaune et blanche, de sable siliceux jaune et de grès ferrugineux. Toutes ces couches meubles et argileuses, dépourvues de fossiles, sont parallèles à celles des bords de la Savannah (*Géorgie*). Les calcaires et les marnes paraissent avoir été fortement dénudés et ravinés avant le dépôt des argiles et des sables, de sorte qu'il y a une discordance complète, et peut-être le savant géologue anglais aurait-il dû séparer sans hésitation les deux systèmes de couches. Le dernier de ceux-ci a encore été dénudé, raviné et découpé à une époque plus récente, de manière à rendre les relations géologiques de l'un et de l'autre souvent difficiles à saisir.

Le calcaire blanc à Nummulites, regardé tantôt comme de la craie supérieure, tantôt comme un passage ou un intermédiaire entre les terrains secondaire et tertiaire, d'après de nouvelles recherches n'est pas même à la base de ce dernier. Ainsi, une coupe tracée entre les rivières d'Alabama et de Tombecbee, et passant par Claiborne, Suggesville et Mâcon à l'ouest de Clarksville, montre qu'il est plus récent que tous les bancs bien connus de Claiborne-Bluff, et que les ossements du gigantesque cétacé appelé *Basilosaurus* par M. Harlan et *Zeuglodon* par M. R. Owen, se trouvent dans tout le comté de Clarke, dans un calcaire placé *au-dessous* du niveau des roches à Nummulites et *au-dessus* des couches sableuses

(1) *Amer. Journ.*, 2e sér., n° 2, p. 209. 1846. — N° 3, p. 395, et vol. II, p. 393.

(2) *On the newer deposits*, etc. Sur les dépôts plus récents des États du sud de l'Amérique du Nord. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, 6 mai, 1846, n° 8, p. 405. — *Amer. Journ.*, 2e sér., n° 2, p. 313. 1846.)



qui contiennent le plus grand nombre des coquilles tertiaires inférieures les mieux conservées (*Venericardia planicosta*, etc.), décrites ou mentionnées par MM. Conrad et Lea.

D'après cela, toutes les coquilles signalées comme secondaires, parce qu'elles provenaient des calcaires à Nummulites d'Alabama, sont en réalité exclusivement tertiaires. Les plus abondantes sont la *Nummulites Mantelli* et le *Pecten Poulsoni*, Mort. Les bancs de 15 à 30 mètres d'épaisseur constituent une pierre blanchâtre plus ou moins dure par places, assez coquillière et renfermant des Lunulites et d'autres polypiers qui ont été décrits et figurés par M. Lonsdale (1).

Le calcaire avec ossements de *Zeuglodon*, du comté de Clark (Alabama), occupe la même position que le calcaire blanc des bords de la Santee (Caroline du Sud), que celui du comté de Burke (Géorgie) et de la partie supérieure de la falaise de Claiborne; c'est immédiatement au-dessus que viennent les calcaires à Nummulites. Cette disposition est mise dans tout son jour par la coupe que M. Lyell a récemment donnée de Claiborne-Bluff aux collines de Betti (Betti's Hills) près Mâcon (2) et qui montre de bas en haut la série suivante :

1° Bancs marneux avec *Ostrea sellœformis* à la base de la falaise de Claiborne; couches argileuses avec empreintes de plantes et sables coquilliers caractérisés par la *Cardita alta*, Conr., *C. planicosta*, Lam., *C. parva*, Lea, *Crassatella prœtexta*, Conr., *Cytherœa œquorea*, id. *Oliva alabamensis*, id., plusieurs espèces de Pleurotomes, *Solarium canaliculatum*, Lea, *Crepidula lyrata*, Conr., *Endopachys alatum*, et environ 200 autres espèces. Cette première assise a une épaisseur de 30 mètres.

2° Calcaire blanc ou *rotten limestone*, quelquefois tendre et argileux, mais très compacte par places. On y trouve le *Flabellum cuneiforme*, Lonsd., la *Scutella Lyelli*, Conr., des Lunulites et plusieurs coquilles, les unes particulières, les autres communes à l'assise qui est dessous. Son épaisseur est de 15 mètres. C'est le gisement du *Zeuglodon*, et vers le haut, près de la jonction du calcaire à Nummulites, se rencontrent le *Spondylus dumosus*, *Pecten Poulsoni*, Mort., *P. perplanus*, id. *Ostrea cretacea*, id.

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 495. 1845.

(2) *On the relative age*, etc. Sur l'âge relatif et sur la position du calcaire à Nummulites d'Alabama. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 13. Fév. 1848.)

3° Calcaire pur, quelquefois dur et rempli d'*Orbitoides Mantelli*, Mort. (1) (*Nummulites*, id.). A Betti's-Hills cette assise a 21 mètres de puissance, et les bancs supérieurs tendres, jaune clair, sans stratification prononcée, sont presque entièrement composés d'Orbitoïdes de diverses grandeurs, de Lunulites et de petits polypiers avec le *Pecten Poulsoni*. M. Lyell lui attribue la même origine qu'à la craie; puis il fait remarquer que l'absence de bois à sa surface, sauf quelques parties où croît le *Juniperus virginiana*, lui donne une ressemblance de plus avec celle de cette formation secondaire, en Angleterre. La même assise se voit encore à Saint-Stephen, sur la rive gauche de la Tombecbee, où M. Conrad l'avait déjà signalée.

4° Enfin les assises sableuses et argileuses dont nous avons parlé recouvrent les dépôts précédents, après avoir rempli et nivelé les dépressions et les inégalités des calcaires, occasionnées par des dénudations très énergiques.

M. A. Bigelow (2) a signalé, dans la partie méridionale de l'État d'Alabama, des grès assez étendus et caractérisés par une grande quantité de tubes formés de sable agglutiné. Ces tubes sont remplis de sable de diverses couleurs, ce que l'auteur explique en supposant qu'ils sont dus à des arbres autour desquels le sable s'est d'abord déposé, puis a été cimenté par de l'oxyde de fer; le bois ayant été plus tard décomposé et entraîné, du sable meuble l'aura remplacé. La rareté des fossiles et l'absence de superposition bien constatée n'ont pas encore permis d'asseoir une opinion sur l'âge de ces grès.

M. Judge Bree avait trouvé en 1832, dans une marne tertiaire des bords de la Washita (Louisiane), des débris d'un grand animal vertébré dont M. Creagh recueillit peu après des os longs dans l'État d'Alabama. M. Harlan (3) les fit connaître sous le nom de *Basilosaurus*, qui fut changé par M. R. Owen (4) pour celui de *Zeuglo-*

(1) D'après M. Ed. Forbes, ce corps n'est point une véritable Nummulite, mais une Orbitolite voisine des *O. complanata*, *elliptica* et *Prattii*. M. Alc. d'Orbigny l'a désigné sous le nom générique d'*Orbitoides*, mais nous ne savons pas en quoi il diffère des *Orbitolites*, aussi n'avons-nous pas cru devoir adopter encore ce genre.

(2) *Observations sur quelques grès du comté de Baldwin* (*Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 419. 1847.)

(3) *Medical and physical researches*, p. 337, in-8. 1835.

(4) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 69, avec 3 pl. 1841. — *Proceed.*, *id.*, vol. III, p. 23. 1839.

don cetoides. Plus récemment, M. A. Koch (1) découvrit à 16 lieues de Mobile (Alabama) un squelette d'animal amphibie dont les dimensions parurent dépasser celles de tous les vertébrés fossiles, sa longueur totale devant être de 114 pieds. Chaque vertèbre pesait 65 à 75 livres : c'était le *Basilosaurus* ou *Zeuglodon;* mais il le désigna sous le nouveau nom d'*Hydrarchos*. Depuis lors M. Agassiz (2) établit que cet animal était génériquement distinct du *Dorudon* de M. Gibbes, et il le considéra comme un cétacé sauroïde voisin du *Megalosaurus*, et pour lequel il proposa le nom de *Saurocetus Gibbesii*. M. R.-W. Gibbes (3) est revenu sur ce sujet, en s'appuyant de l'autorité de M. Agassiz, pour maintenir la distinction du genre *Dorudon*, tandis que M. R. Owen (4) regardait le *Dorudon serratus* comme appartenant au genre *Zeuglodon*. Suivant M. J. Müller (5), non seulement ces diverses dénominations se rapporteraient à un seul et même animal, mais encore au *Squalodon* (Grateloup) de Léognan, près Bordeaux, lequel aurait aussi été trouvé aux environs de Linz, sur les bords du Danube, et dans l'île de Malte, en 1670 (*antè*, p. 703 et 881) (6).

Les débris de *Zeuglodon* sont importants par leur fréquence et par la constance de l'horizon géologique où ils se sont montrés jusqu'à présent. Une portion de tête a été rencontrée à 4 milles et demi au

---

(1) *L'Institut*, 6 août 1845. — *Id.*, 17 sept. et 11 fév. 1846. — *Amer. Journ.*, juillet 1845. — M. S.-B. Buckley croit que cet animal est un reptile, et non un cétacé. (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. II, p. 135. 1846.)

(2) *Proceed. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. IV, p. 4. 1848.

(3) *Proceed. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. IV, p. 57. Mai 1848.

(4) *Ibid.*, vol. II. Fév. 1846.

(5) *Bericht ueber die von Herrn Koch in Alabama gesammelten fossilen Knochenreste seines Hydrarchus.*

(6) Voyez aussi : Carus, Geinitz, Gunter et Reichenbach, *Resultate geologischer*, etc. Résultats des recherches géologiques, anatomiques et zoologiques faites sur le squelette de *Basilosaurus* déposé au musée de Dresde, in-fol., 7 pl. Leipsick, 1847. — *Edinb. new phil. Journ.*, janv. 1848, p. 152. — M. Müller fait du *Zeuglodon* un cétacé, et traite d'imaginaire la restauration que M. Carus a essayé d'en donner en en faisant un reptile. M. Koch le regardait comme un serpent, et M. Gescheidt, comme un reptile saurien, ou un animal intermédiaire entre les sauriens et les mammifères. L'opinion que c'est un mammifère se déduit de la double racine des dents, des faces planes des vertèbres et de la dimension relative du canal médullaire.

sud-ouest de Clarksville; mais les principales vertèbres trouvées en 1845, et qui ont été particulièrement désignées sous le nom d'*Hydrarchos*, venaient du comté de Washington, à 15 milles de distance du point où la tête avait été recueillie. D'autres ossements ont été découverts dans plus de 40 localités de ces deux comtés (Clarke et Washington). Ces restes, qui annoncent l'abondance de cet animal dans les mers d'alors, se voient partout dans le calcaire blanc, au-dessous du niveau des Orbitolites (*Orbitoides Mantelli*), et au-dessus des bancs qui contiennent le plus grand nombre de coquilles tertiaires bien conservées.

Outre les travaux dont nous avons déjà parlé sur les fossiles tertiaires de l'Alabama, M. S.-G. Morton a donné la description de deux nouvelles espèces d'échinodermes (1), et des coquilles foraminifères du grès vert du même État ont été signalées comme se retrouvant dans les couches de Claiborne (2).

États du Mississipi et de la Louisiane.

M. T.-A. Conrad (3), en signalant d'abord les fossiles de Vicksburg, sur le Mississipi, annonça que de 103 espèces de coquilles qu'il avait recueillies aucune ne se retrouvait dans les dépôts tertiaires inférieurs du Maryland, de la Virginie et d'Alabama. Néanmoins il regarda les couches qui les renferment comme représentant la fin de la période inférieure, et il les désigna sous le nom de *upper* ou *newer eocene*. Les falaises élevées qui bordent le Mississipi au-dessus d'Orléans, dit-il dans un second mémoire (4), et sur lesquelles sont bâties les villes de Natchez, Rodney, Grand-Gulf et Vicksburg, sont composées de même, et présentent deux étages distincts. L'inférieur, entièrement marin, est caractérisé par des coquilles différentes de celles de la formation moyenne. Les couches coquillières des environs de Vicksburg, profondément ravinées, s'élèvent à 20 mètres au-dessus du fleuve. La plus basse est un calcaire bleuâtre, exploité pour le pavage, et rempli de moules et d'empreintes de coquilles semblables à celles des marnes qui sont au-dessus. M. Conrad, qui n'avait d'abord admis aucune espèce commune entre ce gisement et ceux de l'E., signale cependant le *Pecten Poulsoni* de Claiborne, et une

---

(1) *Proceed. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. III, p. 51. 1846.
(2) *Amer. Journ.*, vol. XLI, p. 214. 1846.
(3) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. II, p. 124. 1846.
(4) *Eocene formation of the Walnut-Hills.* (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. II, p. 210. 1846.)

Nummulite (sans doute une Orbitolite), comme se trouvant à la fois dans les deux localités. Les calcaires sont surmontés de marnes sableuses et ferrugineuses, d'argiles, et d'argiles sableuses dans lesquelles les fossiles sont abondamment répandus, et le tout est recouvert par un lit de gravier grossier, mélangé des coquilles précédentes, avec des fragments d'agate. Au lieu de 103 espèces indiquées dans son premier mémoire, et qui n'avaient d'analogues nulle part, M. Conrad n'en signale plus que 62, dont 38 sont nouvelles et 10 se retrouvent dans les couches de Claiborne. Il suppose que ces dépôts de Walnut-Hills ont été formés dans des eaux peu profondes, et plus près de la côte que ceux de Claiborne, quoiqu'on n'y trouve aucune espèce de Cérites.

Enfin, dans un troisième mémoire (1), le même naturaliste n'admet plus que deux espèces identiques dans les deux localités : ce sont l'*Infundibulum trochiformis* et le *Conus saurodens;* mais le nombre total des espèces s'élève de nouveau à 103. En comparant ensuite les divers gisements de coquilles tertiaires inférieures des États-Unis, il les classe comme il suit, et conformément à ce qu'il avait proposé lors de son premier travail. On remarquera que dans le tableau ci-dessous les calcaires de la Floride, qui n'avaient pas encore été mis en rapport avec les dépôts situés plus au N., sont placés à la base du premier étage de la formation, parallèlement au calcaire supérieur de Shell-Bluff, sur les bords de la Savannah. Ce dernier, caractérisé par l'*Ostrea georgina* et la *Scutella quinquefaria*, recouvre les couches dont les fossiles, semblables à ceux des dépôts inférieurs de Virginie et d'Alabama, n'ont pas été trouvés associés aux deux espèces précédentes. La sous-division que propose M. Conrad serait confirmée, suivant lui, par la présence de l'*Ostrea georgina* à Jackson, sur le Mississipi, au-dessous des couches de Vicksburg, marquant ainsi la séparation des deux étages.

Upper ou new. eocene.	Vicksburg (Mississ.); calcaire blanc de Saint-Stephen et de Claiborne (Alabama); partie de celui du comté de Charleston (Car. du Sud).	*Scutella Lyelli*, *S. Rogersi*, *Pecten Poulsoni*, *Nummulites Mantelli* (*Orbitoides*).
	Calcaire des environs de Tampa-Bay (Floride).	*Nummulites floridana* (*Orbitoides*), *Cristellaria rotella*, *Ostrea georgina*.

(1) *Observations on the cocene formation*, etc. Observations sur la formation éocène et description de 105 nouvelles espèces de cette période, des environs de Vicksburg, suivies d'un appendice. (*Procced. Acad. natur. sciences of Philadelphia*, vol. III, p. 280, 1847. —

Lower ou older eocene.	Sables fossilifères de Claiborne et de Saint-Stephen (Alabama), de la Washita près Monroe (Louis.), rivière Pamunkey à Malbourne et sables verts sur la rivière James, au-dessous de City-Point (Virgin.); fort Washington, Piscataway et Upper Malborough (Maryl.)...........	*Cardita planicosta.* — *Blandingi.* *Crassatella alta.* *Ostrea sellæformis.* *Turritella Mortoni*, etc.

Vers le même temps, M. Lyell (1) donnait une coupe de Vicksburg à Jackson et à la rivière Pearl, coupe qui semble justifier, à certains égards, la séparation de l'étage de Vicksburg de celui de Claiborne. Sur les bords du Mississipi on voit fréquemment l'*Orbitoides Mantelli* associée au *Pecten Poulsoni*, au *Dentalium thalloides*, au *Sigaretus arctatus*, à la *Terebratula costata*, et à quelques autres coquilles encore de l'Alabama; mais le plus grand nombre des espèces diffère de celles qui abondent dans la coupe de Claiborne, quoique ayant toujours des caractères généraux tertiaires bien prononcés. Près de Jackson, à plus de 40 milles vers l'E., les strates tertiaires inférieurs viennent affleurer non loin de la craie. On n'y trouve point l'*Orbitoides Mantelli;* mais la proportion des espèces de Claiborne y est beaucoup plus forte qu'à Vicksburg, et, d'après la coupe même de M. Lyell, il semble bien que l'on atteigne ici des couches plus basses que celles qui forment les falaises du Mississipi, le lit du fleuve n'ayant pas été creusé assez profondément pour mettre au jour l'étage inférieur. Les couches inclinent sensiblement de l'E. à l'O., ou des limites de l'Alabama vers le fond de la vallée du Mississipi, et tout le système de sable et d'argile, qui à l'E. recouvre d'une manière discordante et même transgressive le calcaire à Nummulites ou *Orbitoïdes*, manque dans les plaines de l'O.

Texas.

M. F. Roemer (2) a découvert aux environs de Caldwell, le long du cours supérieur du Brazos, des grès ferrugineux avec des coquilles tertiaires, et alternant avec des argiles plastiques de teintes foncées. Ils paraissent se prolonger fort loin dans la partie occidentale de la province, comme l'indiquent les fossiles des environs de Nacogdoche. On a vu quel développement le même naturaliste avait attribué aux sédiments de l'époque quaternaire (*antè*, p. 343).

Fossils of tertiary formation, etc. Fossiles des formations tertiaires des États-Unis. N° 1, 2 et 3.)

(1) *On the relative age*, etc. Sur l'âge relatif et sur la position du calcaire dit à Nummulites. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 13. Fév. 1848. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. IV, p. 186. 1847.)

(2) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VI, p. 21. 1848.

Tennessee, etc.

M. Troost (1) a mentionné, dans les comtés de l'ouest du Tennessee, des marnes à grandes Huîtres, qui ont jusqu'à 25 mètres d'épaisseur. Elles sont blanches, plus ou moins grises ou verdâtres, et ont été comparées à celles que nous avons vues employées à l'amendement des terres dans le Maryland et le New-Jersey, où elles sont rapportées à la formation tertiaire moyenne. Il est probable qu'il y a quelque méprise dans la place que M. D. Christy (2) assigne aux marnes du comté de M'nary, caractérisées par l'*Exogyra costata*, lorsqu'il les rapporte au terrain tertiaire avec le grès vert, qui se prolongerait aussi le long de la Savannah jusqu'à sa jonction avec l'Ohio. Il est également douteux que les dépôts regardés comme tertiaires au-dessus de New-Madrid, à Mills'point, etc. (Kentucky), appartiennent réellement à cette époque. Suivant l'auteur, l'Océan tertiaire s'étendait jusqu'à la vallée actuelle de l'Ohio, à Cincinnati, avec une profondeur en rapport avec l'élévation qu'atteignent les strates d'argile. A Cincinnati cette profondeur aurait été de 100 mètres au-dessus du lit de l'Ohio.

M. Frémont (3) a recueilli, dans ses voyages à travers les montagnes Rocheuses des coquilles fossiles qui, malgré leur aspect tertiaire, ont été regardées comme appartenant à la formation jurassique; mais il n'en est sans doute pas de même des couches à infusoires observées par 44° 1/2 de lat. et 121° longit. occid., sur les bords de Fall river, non loin de son embouchure dans la Colombia ou Orégon. Les espèces étudiées par M. J.-W. Bailey (p. 302 et pl. 5) annoncent l'existence de dépôts tertiaires lacustres, associés à des produits volcaniques.

Paléontologie.

Nous mentionnerons ici quelques travaux de paléontologie qui n'ont pu trouver place dans les descriptions précédentes.

M. H.-A. Prout (4) a décrit un os maxillaire fossile de *Palæotherium* provenant de *Mauvaise Terre*, sur la rivière Blanche à 150 milles au sud de Saint-Pierre (Arkansas). Il est probable que le nouveau genre de pachyderme fossile (*Mericoidodon Culbertsonii*)

---

(1) *Fifth geol. report*, etc. Cinquième rapport géologique annuel sur l'État de Tennessee. Nashville, 1840.

(2) *Letters on geology*, in-8, Rossville, 1848, avec 2 pl. de coupes.

(3) *Report of the exploring expedition to the Rocky mountains*, etc., in-8 avec cartes. Washington, 1845.

(4) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. III, p. 248. 1847.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] remarque que les [illegible] des couches [illegible] d'ailleurs [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Amer. Journ., vol. XL[illegible], p. [illegible] 1841. — Id., vol. XLII, p. 33 1842 — Id., vol. XLIII, p. 321. 1842, [illegible] passim. — Id., vol. XLVIII, p. 331. 1845.

que nous avons vus si développés en Asie et en Europe. L'Orégon, au contraire, offrirait de ces alternances de sédiments marins et d'eau douce avec lesquelles nous a familiarisés l'étude du terrain tertiaire de l'ancien monde.

Les infusoires tertiaires des États-Unis, qui s'étendent du Maryland aux îles Bermudes, sont tous pélagiques, purement siliceux, et très souvent semblables aux formes organiques des marnes crayeuses du bassin de la Méditerranée (1). Le tripoli des Bermudes est une terre composée d'infusoires siliceux, où de nombreuses formes américaines sont associées à des formes propres à ces îles (2). En réunissant les corps organisés microscopiques de l'Amérique du Nord et des Bermudes, M. Bailey a trouvé 219 espèces d'infusoires et 20 *Phytolitharia* qui seraient toutes marines. Les diverses localités explorées ont offert beaucoup d'espèces communes dont les plus répandues dans les mers anciennes sont aussi celles qui aujourd'hui paraissent encore être les plus cosmopolites. Sans doute beaucoup d'espèces de ces différents pays sont éteintes actuellement, mais d'un autre côté un grand nombre de celles qui forment les vases de nos mers n'ont jamais été trouvées et ne le seront peut-être jamais dans les dépôts antérieurs à l'époque moderne. Ainsi, comme pour les animaux plus élevés, certaines espèces s'éteignaient à mesure que d'autres naissaient.

SUPPLÉMENT
AU TERRAIN QUATERNAIRE DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Antè, p. 340.

Nous réparerons ici quelques omissions relatives au terrain quaternaire de l'Amérique septentrionale. M. Harlan (3), l'un des premiers naturalistes américains qui se soient occupés des fossiles de leur pays, et surtout de ceux des terrains secondaire, tertiaire et quaternaire, faisait remarquer, en 1834, qu'il n'y avait aucune preuve de l'existence du grand Mastodonte avant le dernier cata-

(1) Ehrenberg, *Compt. rend.*, vol. XX, p. 1285. 1845.
(2) Bailey, *Amer. Journ.*, vol. XLVIII, p. 323. 1845.
(3) *Transact. geol. Soc. of Pennsylvania*, 1834.—*Amer. Journ.*, vol. XXXVII, p. 351. 1835. — *Critical notices*, etc. Notes critiques des divers débris organiques découverts jusqu'à présent dans l'Amérique du Nord. (*Medical and phys. Researches*, p. 253. Philadelphie, 1835.)

clysme qui a ravagé la surface de l'Amérique du Nord, et qu'il pourrait avoir disparu avec l'Élan fossile et le Daim d'Irlande, depuis la création de l'homme. Il n'y aurait eu d'ailleurs aux États-Unis qu'une seule espèce de Mastodonte. L'auteur ne serait pas éloigné de penser que l'Éléphant, dont les restes sont aussi trouvés avec ceux de ce grand pachyderme et avec ceux du Mégalonyx, du Bœuf, du Daim, etc., ait vécu pendant une période antérieure à celle de ces derniers animaux. Il termine son travail par l'énumération de nombreuses localités où ont été trouvés les grands mammifères anté-historiques.

M. J.-C. Warren (1), dans ses études sur la dentition de quelques Mastodontes de l'Amérique du Nord, a constaté la présence d'une certaine quantité de matière alimentaire non digérée, à la place où se trouvait l'estomac des squelettes trouvés dans la Virginie, le New-Jersey et l'État de New-York. M. H.-B. Croom (2) a signalé, dans les marnières de Lucas-Benners (comté de Crawn, Caroline du Nord), une assez grande quantité de dents de Requins, de vertèbres de poissons, des cornes d'Élan, des débris de diverses parties de squelette du *Mastodon giganteum*, au milieu de coquilles marines univalves et bivalves dont quelques unes, suivant l'auteur, ne vivraient plus sur la côte. L'âge de ces marnes laisse donc quelque incertitude, quoique les animaux vertébrés fossiles doivent les faire regarder comme quaternaires.

M. Hitchcock (3) a mentionné des concrétions argileuses (*clay stones*) dans les dépôts tertiaires et quaternaires des États-Unis. Ces concrétions, qui renferment 50 pour 100 de carbonate de chaux, ont des formes souvent très régulières et symétriques, quoique variées. Les formes dominantes sont la sphère, la sphère déprimée, l'annelée, la lenticulaire et la cylindroïde. La première est la plus importante, quoique la moins commune. Quelques-unes de ces formes prédominent dans certaines localités, et elles semblent dues à des lois fixes et définies, comme celles de la cristallographie. Les argiles diluviennes présentent aussi des concrétions composées de

---

(1) *Ann. and Mag. of nat. hist.*, n° 3. 1846.—*L'Institut*, 19 août 1846.

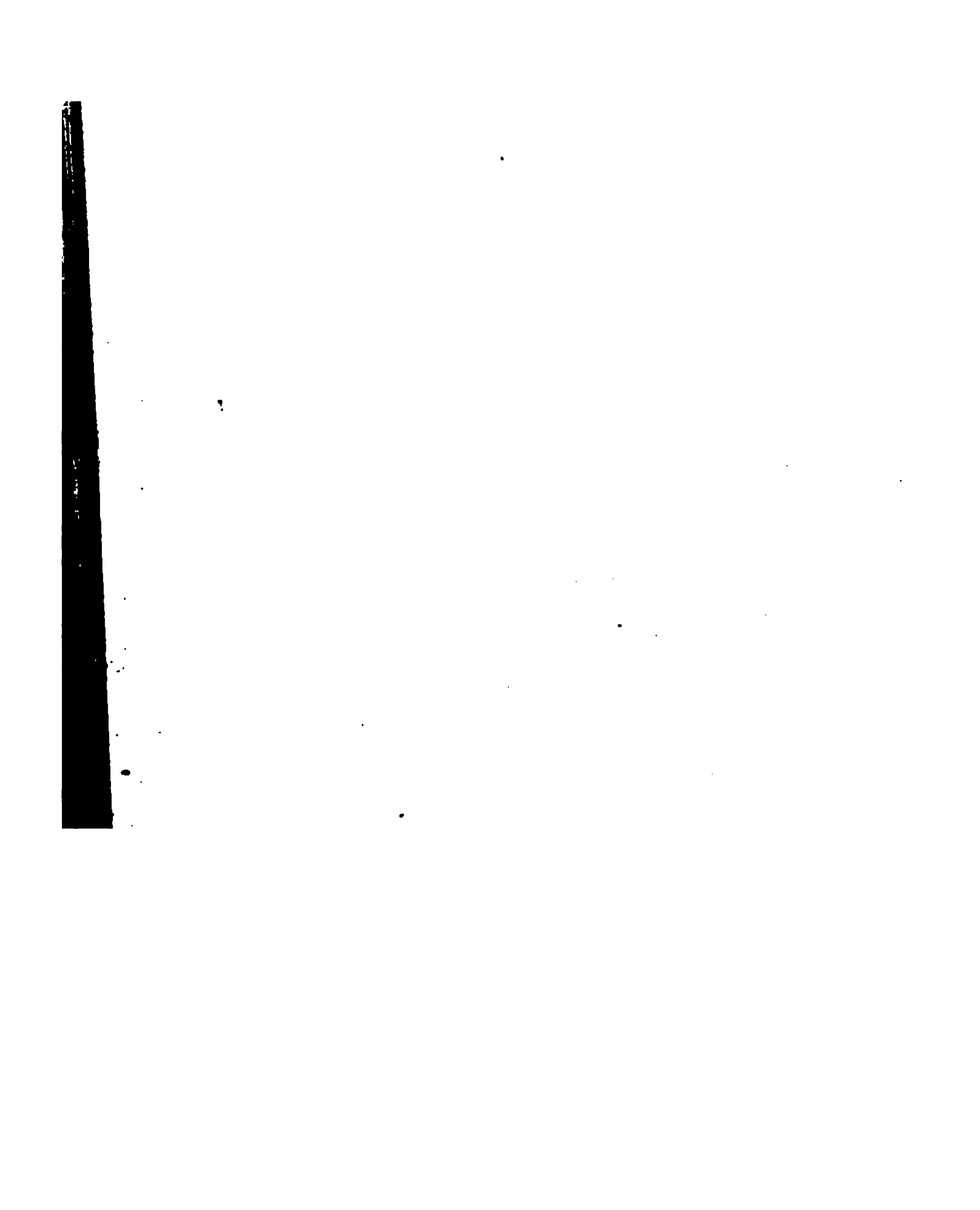
(2) *Amer. Journ.*, vol. XXVII, p. 169. 1834.

(3) *First anniversary Address*, etc. Premier discours anniversaire à l'Association des géologues américains. Philadelphie, le 5 avril 1841.

feuillets alternatifs d'argile ou de limon, et de la même substance plus ou moins colorée et solidifiée par du fer hydraté. Le centre de ces nodules est ordinairement une racine ou quelque autre corps organisé.

KOCH. — *Beschreibung der Missourium Theristokaulodon oder Missouri Leviathan* (*Leviathan Missourisensis*). In-8. Magdebourg.

— — *Die Riesenthiere der Urwelt oder das neu Entdecke Missourium Theristokaulodon and die Mastodontoidus.* In-8, 8 pl. Berlin, 1845.



CHAPITRE XV.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'AMÉRIQUE ÉQUATORIALE ET MÉRIDIONALE.

§ 1. Amérique équatoriale.

Ile de la Barbade.

L'île de la Barbade, qui a 21 milles de long sur 13 de large, est un exemple remarquable, dit M. R.-H. Schomburgk (1), d'une île de polypiers qui, par des soulèvements graduels alternant avec des périodes de repos, a été portée à près de 330 mètres au-dessus de la mer. Sa structure géologique offre deux groupes principaux de roches, dont le premier comprend des calcaires coralliens ou à polypiers, avec des lits de marnes calcaires remplies de coquilles d'espèces vivantes, et le second des calcaires siliceux, des grès mélangés de matières ferrugineuses, des grès calcarifères, diverses sortes d'argile, des marnes avec de petits fragments de pumite, puis du gypse sélénite, des cendres volcaniques, des veines de bitume et des sources de pétrole.

Les roches coralliennes occupent les six-septièmes de la surface de l'île. Elles forment des élévations disposées en terrasses jusqu'à la chaîne centrale. Ces terrasses, souvent à pic, ressemblent à des murailles de 60 mètres de hauteur. Elles sont traversées par de profondes fissures qui rayonnent très régulièrement de l'axe de la chaîne à l'O., au N. et au S., mais point à l'E., où le groupe se termine brusquement. L'auteur a reconnu 6 terrasses successives qui marquent autant de périodes de repos, ou d'interruption du mouvement d'élévation, pendant lesquelles la mer a tracé les falaises.

Les soulèvements, rapides au commencement, mais séparés par de longs intervalles de tranquillité, ont diminué de plus en plus d'é-

---

(1) *On the geological Structure*, etc. Sur la structure géologique de la Barbade, et sur les *Polycystina*, nouvelle section d'animalcules microscopiques de cette île. (*Rep.* 17th *Meet. brit. Assoc. at Oxford* 1847 (Londres, 1848), p. 70 des *Notices.*) — *Bericht, etc., de l'Acad. de Berlin.* — *Compt. rend.*, vol. XXV, p. 99. 1847.

nergie, et les moments de calme ont eu aussi moins de durée. Le dernier de ces mouvements paraît avoir eu lieu depuis l'époque actuelle. De 15 à 90 mètres d'altitude, on rencontre des coquilles qui ont conservé toutes leurs couleurs, et qui ne diffèrent point de celles qui vivent encore sur la plage. Les roches de polypiers, souvent endurcies, sont à l'état de calcaire compacte, à cassure conchoïde et translucide sur les bords. Elles affectent par places (entre la Chapel-Estate et l'église de Saint-Philippe) une apparence de stratification. Les unes sont exploitées pour pierres d'appareil, et d'autres, poreuses, pour pierres à filtrer.

La portion de l'île occupée par le second groupe de roches se nomme *district d'Écosse*, et ressemble à une région alpine en miniature. La stratification des roches que nous avons indiquées est plus ou moins inclinée; quelquefois elle est verticale, ou fortement ondulée (Chalky-Mount et Mount-All). La marne terreuse, ou, comme on l'appelle dans l'île, la *craie*, forme la plus grande partie de la série. Elle constitue le Mount-Hillaby, dont le sommet atteint $349^{m},55$ au-dessus du niveau de la mer, et les couches ont depuis quelques pouces jusqu'à plusieurs centaines de pieds d'épaisseur.

C'est dans les marnes blanches et autres roches de ce district qu'ont été recueillis les infusoires du groupe des *Polycystina*. M. Ehrenberg a reconnu 361 espèces d'animaux microscopiques, dont plus de 300 sont nouvelles, et qui sont réparties comme il suit: *Polycystina*, 282; *Polygastrica*, 18; *Phytolitharia*, 27; *Geolithia*, 27; *Polythalamia*, 7. L'auteur pense que les *Polycystina* ressemblent plus à des animalcules secondaires qu'à des formes tertiaires. Cependant elles existent en Sicile et dans des couches fort étendues regardées comme tertiaires dans l'Amérique du Nord, en Afrique et en Grèce. Elles ont été distribuées dans 54 genres, dont 5 seulement avaient été déjà décrits. Ces formes paraissent devoir constituer une classe distincte par leur carapace siliceuse, articulée et cloisonnée d'une manière différente de celle des Polygastriques. 5 de ces espèces vivent encore aujourd'hui.

D'après les coquilles et les dents de poissons trouvées au sommet de Bissex-Hill et à Springfield, M. Schomburgk considère toutes ces couches comme tertiaires. Les dislocations ont été occasionnées par des agents volcaniques. La ligne principale qu'elles affectent s'étend de Chalky-Mount vers Forster-Hill et Mount-Hillaby. Les *Polycystina* qui abondent dans les marnes et les argiles manquent complétement dans les argiles bleues et rouges de Sweetbottom, de

Mount-Wilton et des falaises de Saint-John. Il paraît y avoir une différence d'âge considérable entre les deux groupes de roches qui forment la Barbade, et dont on retrouve en partie des représentants à la Jamaïque.

Ile d'Antigoa.

Nous rapportons avec doute au terrain tertiaire des argiles qui, dans l'île d'Antigoa, et sans doute dans plusieurs autres du même archipel, renferment des bancs de chert avec des fossiles siliceux. Ces bancs semblent être au niveau des calcaires dont nous avons parlé (*antè*, p. 378), et ont été décrits avant M. S. Hovay (1) par M. T. Nugent (2), comme se trouvant au-dessus de l'argile et au-dessous des marnes. On les observe particulièrement près des collines de Saint-Jean et de Constitution, où ils ont été plus ou moins dérangés. La roche, d'un aspect généralement vitreux, a la texture et la couleur du jaspe. Parfois elle ressemble à un hornstone pâle, ou bien elle prend une structure grossière et devient poreuse par places. Les coquilles changées en quartz ne se trouvent en grand nombre que dans les parties siliceuses des couches, là où la roche est à l'état de jaspe, de cornaline, d'agate, de calcédoine, etc. Les coquilles et les polypiers paraissent être les mêmes que ceux des calcaires déjà mentionnés (*antè*, p. 378). Les arbres et les arbrisseaux du pays s'y trouvent silicifiés, et, souvent très nombreux, ils forment des couches qui ressemblent à une épaisse forêt renversée par la tempête, puis ensevelie et changée en silex.

Ile de Cuba.

M. Ehrenberg (3) cite dans l'île de Cuba des bancs à infusoires, mais dont la position ne nous est pas connue. Les espèces y sont très nombreuses, et l'une d'elles vit sur les côtes de Long-Island, en face de New-York.

Mexique.

Sur les porphyres qui forment le pied de la montagne du Gigante, à 6 lieues au nord-ouest de Guanajuato (Guanaxato), est un dépôt de 8 à 20 mètres d'épaisseur, composé de matières argileuses mélangées tantôt de sable, tantôt de calcaire et alternant avec des conglomérats incohérents plus ou moins grossiers, dont les éléments proviennent du porphyre. C'est dans ce dépôt, suivant M. H. Galeotti (4),

(1) *Geology of Antigua.* (*Amer. Journ.*, vol. XXXV, p. 64. 1838.)

(2) *Antigua Almanach and Register.*

(3) *Acad. de Berlin*, 25 mars et 10 juin 1841. — *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 1844.

(4) *Notice sur un gîte de mercure dans le sol tertiaire récent du*

que se trouvent des veinules de cinabre. Les cailloux de silex jaspoïde qui font partie du conglomérat renferment aussi du cinabre et quelquefois de l'iodure de mercure. Il n'y a point de fossiles dans les argiles, et cet ensemble de couches est postérieur aux porphyres, aux basaltes et au soulèvement qui a produit la vallée dans laquelle il s'est formé aux dépens de ces roches ignées. On a ainsi sous les yeux le résultat d'actions mécaniques très énergiques et d'actions chimiques non moins puissantes, dues à des phénomènes souterrains qui ont concouru à élever toute la Sierra de Santa-Rosa. Ce gisement de cinabre avait été rapporté à tort à la formation du grès rouge.

Aux environs de Mexico, de nombreuses espèces d'infusoires siliceux ont été recueillies, depuis le bord de la mer juqu'à 8556 pieds au-dessus de son niveau (1). L'espèce d'eau douce la plus remarquable est le *Terpsinoe musicalis*, qui ressemble à une double rangée de notes de musique placée dans une boîte de verre (*glass casket*). Nous n'avons d'ailleurs aucune donnée sur le gisement de ces infusoires, et M. Ehrenberg confondant assez souvent, dans ses considérations, les espèces vivantes avec les espèces fossiles, il serait possible que celles-ci fussent dans ce dernier cas comme les 120 espèces observées parmi les algues marines de la Vera-Cruz.

M. W.-H. Pease (2) a publié quelques détails sur la province de la Vera-Cruz, où des sables coquilliers très récents bordent la côte. Lorsqu'on s'élève sur les plateaux de Jalapa et les plaines d'Anahuac, on rencontre des calcaires puissants dépourvus de fossiles et des roches volcaniques. Des bancs de sel se montrent sur divers points, et dans plusieurs localités on trouve, à 3 ou 4 mètres de profondeur, des Planorbes, des Lymnées, des Physes, etc., qui, sans doute, ont vécu au fond des lacs qui occupaient ces plaines comme celle de la vallée de Mexico.

Guyane anglaise.

Les basses terres, dans le voisinage des rivières de la Guyane anglaise, sont formées d'une argile bleue, imprégnée de sel et mé-

---

Gigante au Mexique. (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. VI. 1837.)

(1) Ehrenberg, *Sur l'étendue et l'influence de la vie microscopique dans le nord et le sud de l'Amérique.* (*Acad. de Berlin*. 21 juillet 1839. — *L'Institut*, 17 mars 1840 ; — 25 mars et 10 juin 1841. — *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297. 1844. — In-8 avec planches. Berlin, 1843.)

(2) *Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. IV, p. 83. 1844.

langée de détritus de végétaux. Au-dessous sont des argiles panachées et des sables qui ont été traversés dans des forages jusqu'à la profondeur de 70 mètres. L'âge de ces couches est indéterminé comme celui des collines de sable et des monticules d'ocre rouge que l'on rencontre en s'avançant dans les terres (1).

Bassin de l'Amazone.

L'argile des bords de l'Amazone, que les naturels emploient comme aliment, renferme 4 espèces d'infusoires fluviatiles siliceux, et elle paraît former une plaine élevée couverte de bois. Cette argile tendre est assez ancienne; quoique son âge soit encore indéterminé. Elle est d'une teinte gris verdâtre et associée à des argiles bigarrées. On y observe, d'après M. Ehrenberg, des formes organiques d'eau douce et d'autres marines. Une espèce d'*Himantidium*, qui vit aux environs de Berlin et qui est très commune à l'état fossile, s'y montre également. D'un autre côté, les *Amphidiscus* paraissent être propres aux deux Amériques.

Brésil.

Dans la partie méridionale du Brésil, les grès et les calcaires tertiaires reposent immédiatement sur le terrain de transition. Les calcaires constituent de petits bassins fort éloignés les uns des autres, d'abord le long de la côte de Bahia à Rio-Janeiro, puis dans l'intérieur des terres, où ils forment des lambeaux séparés. Ces dépôts sont les uns marins, les autres lacustres. Les couches marines sont des grès argileux, gris vert, à grain plus ou moins fin, avec des Peignes, des Cythérées et des Huîtres. Les sédiments lacustres sont des argiles jaunâtres, des marnes noires bitumineuses et des calcaires marneux avec Paludines et Lymnées, qui en occupent la partie supérieure (2).

§ 2. Bassin de la Plata et Patagonie.

La vaste surface située à l'est des Cordillères, dans la partie sud de l'Amérique méridionale, et qui comprend les provinces de Corrientes, d'Entre-Rios, de l'Uruguay, de la Plata, et la Patagonie jusqu'à la Terre de Feu, présente des dépôts tertiaires fort étendus et recouverts en partie, surtout vers l'Atlantique, par la formation des Pampas que

---

(1) R. Schomburgk, *Quar[illegible] London*, vol. I, p. 298. 1845.

(2) *Rapport sur un mém[illegible]* (*Compt. rend.*, vol. XVII, p. [illegible]

nous avons rapportée au terrain quaternaire (*antè*, p. 386). Comme pour ce dernier, c'est à MM. Ch. Darwin et Alc. d'Orbigny que la science est redevable des nombreux documents qu'elle possède sur le terrain tertiaire de cette grande région, et nous les exposerons dans l'ordre que nous avons adopté pour la description des Pampas. Ainsi nous commencerons par mentionner les observations du savant voyageur anglais qui en fit connaître les résultats de 1835 à 1846, et nous passerons à celles du naturaliste français qui publia les siennes en 1842, quoique ses recherches, comme on le sait, soient antérieures de quelques années à celles de M. Darwin.

Considérations relatives à l'époque quaternaire.

Nous rappellerons d'abord ce que celui-ci a déduit de ses études relativement aux derniers phénomènes généraux quaternaires de cette partie orientale de l'Amérique du Sud ce qui complétera les détails que nous avons déjà donnés à ce sujet, et nous permettra de mieux apprécier la série des faits pendant les deux époques.

Les espèces de coquilles qui vivent encore en plus grand nombre sur les plages actuelles, dit M. Darwin (1), se montrent sur des points élevés de 1 ou 2 mètres jusqu'à 125 mètres au-dessus de la mer, entre le 33° 40′ et le 53° 20′ lat. S., c'est-à-dire sur un espace de 1180 milles géographiques qui représente la distance de Londres au cap Nord. Ce soulèvement a compris toute la plaine de la Patagonie à l'est des Cordillères, et les îles Falkland même semblent y avoir participé.

Dans la partie méridionale, le soulèvement se serait fait sentir sur 360 milles de l'E. à l'O., à la latitude de la rivière de Santa-Cruz. La présence des coquilles prouve, en effet, qu'il s'est étendu de la côte à la Cordillère; mais il n'est pas certain qu'il en ait été de même sous le parallèle de l'embouchure de la Plata. De l'uniformité de hauteur qu'atteignent, à de très grandes distances, les plaines couvertes de gravier, on peut conclure que le mouvement d'élévation a été sensiblement égal. Ainsi, sur une ligne de 500, et peut-être 780 milles géographiques du N. au S., le niveau de la plaine se maintient entre 100^{m},65 et 108^{m},17. De Port-Désiré au nord de la baie de Saint-Georges, sur une étendue de 170 milles, la plaine

(1) *Geological Observations*, etc. Observations géologiques sur l'Amérique du Sud, etc., p. 12, in-8 avec carte et coupes géologiques, et pl. de fossiles tertiaires. Londres. 1846.

est à 74^{m},66 et 77^{m},70 au-dessus de la mer, et l'on conçoit que l'action qui a émergé ces immenses surfaces a dû être uniforme.

La mer, qui vient battre les falaises formées par les matériaux meubles de ces plaines, tend à les détruire rapidement, et les sondages ont fait voir que l'inclinaison du fond de la mer couvert de ces débris étant la même que celle de la plaine de 108^{m},17 (*antè*, p. 402), si un soulèvement en masse venait à se produire aujourd'hui, on aurait une nouvelle terrasse parfaitement semblable à celles qui bordent les côtes de la Patagonie; seulement la grosseur relative des cailloux s'y trouverait disposée en sens inverse. Ainsi, dans la mer, leur volume décroît régulièrement à mesure que la profondeur augmente, tandis que pour ceux des plaines il ne diminue pas sensiblement lorsqu'on s'approche des côtes actuelles.

Suivant M. Darwin, cette élévation aurait été très lente et interrompue par des instants de repos; tandis que M. Alc. d'Orbigny, jugeant d'après l'état de conservation des coquilles, pense que le mouvement a été subit, dans la Plata et le nord de la Patagonie. Le premier de ces savants appuie son opinion sur l'ensemble des faits observés et sur le temps exigé pour l'accumulation des dunes immenses de Bahia-Blanca, et de celles qui bordent le Colorado, élevées de 15 à 18 mètres au-dessus du fleuve avec une largeur de 8 milles. Quant à l'état de conservation plus ou moins parfait des coquilles, dans telle ou telle localité, des circonstances particulières peuvent aisément en rendre compte.

Les dénudations et les élévations ont été contemporaines et uniformes sur de très grandes étendues de côtes, et l'auteur admet qu'il y a eu au moins huit périodes de dénudation. Le sol, jusqu'aux altitudes comprises entre 289 et 365 mètres, a été modifié de la même manière. Avant le soulèvement le continent était divisé par un détroit, sur l'emplacement duquel coule aujourd'hui la rivière de Santa-Cruz, et où se trouvaient aussi d'autres détroits fermés depuis. A Santa-Cruz, par 50° lat. S., les plaines ont été soulevées d'au moins 426 mètres, depuis le moment où les blocs erratiques ont été transportés sur des glaces flottantes à 60 ou 70 milles de leur origine. Enfin, considérant les grands mouvements que cette longue ligne de côtes a ressentis et la proximité, dans sa moitié sud, de l'axe volcanique des Cordillères, il est remarquable que les nombreuses coupes naturelles qui ont mis à découvert les dépôts tertiaires de la région des Pampas et de la Patagonie, comme celui des blocs erratiques, ne montrent nulle part

la plus petite faille ou une courbure un peu rapide dans les couches (1).

Région au nord de la Plata.

Si nous reprenons actuellement l'examen du terrain tertiaire au nord de la Plata, dans l'Entre-Rios, et sur les bords du Paraguay, nous verrons à Santa-Fé-Bajada des falaises, de 18 à 21 mètres de hauteur, composées vers le bas de couches tertiaires avec des coquilles marines, et vers le haut de limon des Pampas. La couche la plus inférieure est une vase endurcie, noirâtre, feuilletée obliquement, et renfermant des traces de végétaux; puis viennent au-dessus un banc épais d'argile sableuse, jaunâtre, avec du gypse cristallisé, des Huîtres, des Peignes et des Arches, un calcaire cristallin ou arénacé et fossilifère, avec un lit subordonné d'argile onctueuse, vert foncé, se brisant en petits fragments anguleux. Le calcaire alterne vers le haut avec des lits de sable blanc et fin. Les coquilles nommées par M. Alc. d'Orbigny sont toutes des espèces éteintes, et 6 d'entre elles (*Ostrea patagonica*, *O. Alvarezii*, *Pecten paranensis*, *P. Darwinianus*, *Venus Munsterii*, *Arca Bomplandiana*), qui ont été trouvées aussi dans la Patagonie, établissent suffisamment la relation des couches dans les deux pays.

Les assises inférieures s'étendent de l'E. à l'O., à travers la province d'Entre-Rios, jusqu'à l'Uruguay, sur une étendue de 135 milles. Le plongement général au S. paraît être dû, non à un soulèvement inégal, mais à la forme première du fond de la mer. Les végétaux du lit inférieur de Santa-Fé, les bois silicifiés, et un os de *Toxodon paranensis*, espèce que M. d'Orbigny regarde comme distincte

(1) Aux documents que nous avons déjà donnés sur les fossiles de la formation des Pampas (*antè*, p. 386), nous ajouterons les suivants :

R. Owen, *Account of the various portions*, etc. Rapport sur diverses portions de *Glyptodon*, quadrupède éteint, voisin de l'*Armadillo*, et récemment trouvé dans les dépôts des environs de Buénos-Ayres. (*Descript. catal. Museum of the r. college of Surgeons*. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 157. 1845.) — *Description of a tooth*, etc. Description d'une dent et d'une partie du squelette du *Glyptodon clavipes*, grand quadrupède de l'ordre des édentés. 1839. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 81. 1841.) — Les plaques de *Glyptodon*, rapportées d'abord par erreur au *Megatherium*, avaient ensuite donné lieu à l'établissement des genres *Holoplophorus*, Lund., et *Pachypus*, Dalton. (*Réunion des naturalistes allemands à Erlangen en* 1839.) Ces plaques avaient été trouvées dans les cavernes à ossements du Brésil.

de celle des Pampas, prouveraient le peu d'éloignement des terres émergées de cette époque.

Dans la partie ouest de la Banda-Orientale, entre l'Uruguay et une ligne tirée de Colonia au Rio-Perdido, tributaire du Rio-Negro, les dépôts tertiaires ont paru à M. Darwin (p. 92) beaucoup plus compliqués que dans l'Entre-Rios. Outre les roches primaires, on y voit des surfaces considérables et des collines isolées formées de couches horizontales et bordées de falaises à sommets aplatis. Les caractères minéralogiques de ces couches sont très variables. Quelques unes ressemblent aux couches marines inférieures de Santa-Fé-Bajada, d'autres aux dépôts plus récents des Pampas. Des assises de limon avec des concrétions calcaires de *tosca* ajoutent encore à l'analogie : aussi, quelle que soit l'origine de la formation des Pampas, on peut reconnaître qu'une action de la même nature, et antérieure aux bancs marins à coquilles éteintes, a déposé des sédiments semblables, c'est-à-dire du limon rougeâtre et des marnes concrétionnées calcaires, ou *tosca*.

M. Alc. d'Orbigny (1) a donné aussi, sur le pays situé au nord de la Plata, entre le fleuve du Paraguay et l'Atlantique, des détails intéressants que nous résumerons ici. Dans toute la province de Corrientes, dit-il, le relief du sol est très faible, et les points les plus élevés ne dépassent pas 50 mètres au-dessus des eaux du Parana. Dans celle d'Entre-Rios ils atteignent à peine 100 mètres. Une coupe faite de l'E. à l'O., en suivant le Parana, depuis les environs de Santana, où le fleuve change de direction par la présence d'un massif de roches amygdaloïdes, jusqu'à Corrientes, met à découvert le terrain tertiaire qui forme toutes les berges. Celui-ci est composé de trois assises distinctes : l'une, à la base, est un grès ferrugineux; la seconde, un calcaire avec fer hydraté; et la troisième, vers le haut des escarpements, est une argile gypseuse sans fossiles. Cette dernière donne lieu à des lacs ou étangs fort nombreux et fort étendus. Ces assises ne se présentant point sur la rive droite du fleuve, on peut penser que celui-ci coule dans une faille qui aurait abaissé l'un de ses bords. A Corrientes, les grès ferrugineux sont à 6 mètres au-dessus des eaux du Parana, et recouverts par 2 mètres de calcaire avec fer hydraté, sur lesquels vient l'argile gypseuse,

(1) *Voyage dans l'Amérique méridionale*, in-4, vol. III. *Géologie*. 4 cartes et 8 planches de coupes. Paris, 1842. — *Bull.*, vol. XIII, p. 252. 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 356. 1842.



dont l'épaisseur, d'environ 2 mètres, varie souvent lorsqu'on se dirige vers le S. On trouve dans les grès des rognons siliceux que l'auteur rapporte à des sardoines et à du jaspe.

Entre Bella-Vista et Santa-Lucia, les falaises montrent un assez grand développement de grès ferrugineux, dans lequel est intercalée une couche puissante d'argile. A Esquina commence un grès plus fin que le précédent, et que l'auteur regarde comme étant aussi plus élevé dans la série. La falaise de Cavallu-Cavita présente la coupe suivante de bas en haut :

	Mètres.
1. Grès marin avec Huîtres et Vénus	2
2. Grès quartzeux dur.	1
3. Grès quartzeux, friable, rougeâtre, avec des arbres silicifiés et des ossements de *Toxodon*.	20
4. Calcaire cloisonné, gris, avec argile et gypse. . .	10
5. Argile grise avec des rognons calcaires et du gypse fibreux ou lamellaire, formant un banc de $0^m,50$ d'épaisseur et exploité comme pierre à plâtre. .	10

Cet ensemble de couches est supérieur à celui de Bella-Vista (p. 37). Plus au S., la falaise de Bajada offre une autre coupe assez différente de celle que nous avons vue donnée par M. Darwin. Elle fait voir de bas en haut :

	Mètres.
1. Grès quartzeux friable avec ossements de poissons, fragments de bois et coquilles marines (*Pecten paranensis*, *P. Darwinianus*, *Ostrea patagonica*, *O. Alvarezii*).	16
2. Calcaire arénacé, divisé en trois bancs, dont l'inférieur est un conglomérat calcaire avec des coquilles marines (*Ostrea Alvarezii*, *Venus Munsterii*, *Arca Bomplandiana*, *Cardium platense*) ; le moyen, un calcaire avec des cailloux de quartz et sans coquilles, et le plus élevé, un grès calcarifère.	3
3. Grès quartzeux friable, presque blanc, avec des rognons calcaires.	4
4. Argile calcarifère rougeâtre (limon des Pampas).	3

Ces assises, plus récentes encore que celles de Cavallu-Cavita, constituent l'étage tertiaire marin supérieur de M. Alc. d'Orbigny, et supportent la formation des Pampas, qui, par suite de l'inclinaison générale vers le S., se montre seule dans cette direction, où elle forme des falaises de 30 mètres de haut, remplies d'ossements de mammifères.

L'auteur établit trois divisions dans le terrain tertiaire des provinces de Corrientes et d'Entre-Rios. La plus ancienne est le *terrain tertiaire guaranien*, ainsi nommé parce qu'il est surtout développé dans le territoire des Guaraniens : il ne renferme jusqu'à présent aucune trace de corps organisés; la seconde est le *terrain tertiaire patagonien*, bien caractérisé dans la Patagonie : il renferme des couches marines et d'autres avec des ossements de mammifères et des bois fossiles ; enfin, la troisième est l'*argile pampéenne*, que nous avons décrite comme appartenant au terrain quaternaire.

M. E. Chevalier (1), qui semble avoir complétement ignoré les travaux de ses prédécesseurs, après avoir parlé du limon à ossements des Pampas de Buénos-Ayres, décrit aussi, dans la Banda-Orientale, les couches qui constituent l'étage patagonien de M. d'Orbigny, et il croit pouvoir, d'après les fossiles, les rapporter à la formation tertiaire moyenne, assertion encore prématurée, ou trop peu justifiée.

Patagonie.

Aux Barrancas del Norte (2), à l'embouchure du Rio-Negro, on observe de bas en haut :

1. Calcaire marneux, à cassure conchoïde, avec dendrites noires.	1m,50
2. Grès quartzeux gris, calcarifère, avec des grains verts et noirs, et des ossements de mammifères.	4m,00
3. Grès semblable au précédent, avec des débris de poissons, des *Unio*, etc.	1m,00
4. Grès azuré compacte.	11m,00
5. Calcaire compacte ou en rognons dans une argile grossière.	0m,50
6. Grès gris ou bleu azuré, composé de grains de quartz et de débris de porphyre noir, amphibolique ou pyroxénique, et semblable au n° 4.	

Un escarpement de 75 mètres de hauteur, au sud du Rio-Negro, montre en outre, vers le bas de la coupe, le grès marin calcarifère avec le *Pecten patagonensis* et l'*Ostrea Ferrarsii*, puis un grès dur avec des dendrites noires, et, vers le haut, un banc d'*Ostrea patagonica* subordonné au grès azuré.

(1) *Voyage autour du monde de la corvette* la Bonite (1836-37). *Géologie* et *Minéralogie*, p. 39, in-8. Paris, 1844.

(2) Alc. d'Orbigny, *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III, p. 54.



De son côté, M. Darwin (1) décrit les falaises au sud du Rio-Negro comme composées de grès de diverses teintes et de dureté variable, de marnes compactes avec dendrites de manganèse, et de conglomérats avec des cailloux de pumite, enveloppés dans une pâte de grès dur. Quoique du même âge que les autres couches tertiaires de la Patagonie, celles-ci en diffèrent assez, minéralogiquement; elles représentent celles que nous avons vues recouvertes par la formation des Pampas dans l'Entre-Rios et la Banda-Orientale.

A San-Josef, un escarpement de 30 mètres de hauteur offre à sa base un grès argileux peu calcarifère, tendre, jaune brun, avec l'*Ostrea patagonica*, de petits polypiers et 7 espèces de coquilles, dont 4 se retrouvent à Santa-Bajada, 4 dans l'Entre-Rios, et 2 dans le grès du Rio-Negro. Au-dessus vient une roche argileuse brun pâle, avec gypse. L'inclinaison à l'E. est très faible, et la surface du sol est occupée par un gravier porphyrique et du sable rempli de coquilles récentes. Les mêmes assises se montrent encore à Nuevo-Gulf, où les coquilles microscopiques sont assez répandues.

A quelques milles au sud de Port-Désiré, les couches fossilifères reposent sur le porphyre argileux (*claystone porphyry*). On y trouve les fossiles ordinaires (*Ostrea patagonica*, *Pecten paranensis*, etc.), et elles sont recouvertes par une grande épaisseur de tuf, de pumite à grain fin (*mudstone*) et sans corps organisés. La masse d'origine volcanique est blanche, jaunâtre ou un peu verte. Quelques infusoires ont été frittés par la chaleur due aux agents volcaniques. Sur ce point et à Saint-Julien, on a recueilli 16 espèces d'infusoires polygastriques et 12 *Phytolitharia*. 7 de ces formes organiques sont nouvelles; toutes sont marines, et principalement océaniques.

Les couches de Port-Saint-Julien diffèrent peu des précédentes, et les cristaux de sélénite y sont aussi répandus. Parmi les 13 espèces fossiles qu'on y rencontre, les plus abondantes sont celles qui se retrouvent dans les localités que nous venons d'indiquer. A la pointe du Port-Intérieur, le tuf de pumite blanc renferme une très grande quantité de lames de gypse disposées en tous sens. Plus loin, à une certaine distance dans l'intérieur des terres, les

(1) *Geological Notes*, etc. Notes géologiques prises pendant un voyage sur les côtes est et ouest de l'Amérique du Sud, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 210. 1835.) — *Geological observations on South America*, p. 108, in-8 avec coupes. Londres, 1846.

pentes des collines montrent encore le même tuf dans toute leur hauteur, jusqu'à 289 mètres. Çà et là et à divers niveaux, on y voit subordonnés des lits minces avec *Ostrea patagonica* et *Turritella ambulacrum*, fossiles qui marquent les relations de toute la masse avec les couches situées plus au N. Sur 18 espèces d'animaux microscopiques, 10 se retrouvent à Port-Désiré.

(P. 112.) Les graviers qui couronnent la falaise de l'embouchure de la rivière de Santa-Cruz sont à 108 mètres au-dessus de la mer. La partie inférieure de l'escarpement, sur une hauteur de 16 à 18 mètres, est un grès argileux de teinte foncée, plus ou moins endurci, et qui représente la base de la coupe de Port-Désiré. On y retrouve beaucoup de fossiles, les uns silicifiés, les autres changés en chaux carbonatée jaunâtre. Les grandes Huîtres (*O. patagonica*) y sont nombreuses, ainsi que les *Trigonocœlia* et les Turritelles. Le *Pecten paranensis*, si commun ailleurs, y manque cependant. Vers le haut de l'escarpement est un tuf de pumite (1) traversé par des veines de gypse fibreux. On y remarque également du sulfate de magnésie pulvérulent. Vers le milieu de la masse, la roche plus solide renferme des concrétions aplaties, subcirculaires, composées d'un grès calcarifère, dur, avec quelques coquilles, et qui ont jusqu'à 1^{m},20 de haut sur 3 mètres de long. M. Darwin les regarde comme un résultat de *ségrégation*.

En remontant la rivière de Santa-Cruz, on voit les couches supérieures se prolonger avec les mêmes caractères l'espace de 50 milles. Au delà, des bandes blanches, verdâtres, jaunâtres, à grain fin, se font remarquer dans le tuf, et, à 80 milles de la côte, quelques lits de grès ferrugineux viennent s'y intercaler, ainsi qu'un grès argileux avec des concrétions marneuses comme celles des Pampas. A 100 milles de l'Atlantique, ou à demi-distance de la Cordillère, la surface de la plaine, couverte de blocs erratiques, est élevée de 431 mètres au-dessus de la mer. Les falaises qui bordent la rivière en cet endroit montrent de haut en bas :

1. Gravier avec blocs. . . . . 64^{m},50
2. Lave basaltique. . . . . 91^{m},40
3. Zones blanches innombrables, de matières sédimentaires vert clair, jaunâtres et brunâtres,

(1) *Pumiceous mudstone*. Nous avons traduit ici *mudstone* par le mot *tuf*, comme nous avons exprimé *pampean mud* par *limon des Pampas*.

à grain fin, quelquefois meubles et incohérentes. Ce sont des tufs de pumite qui ne diffèrent de ceux de la côte que par leurs teintes plus vives et plus variées. 161m,00

1. Grès tendre, presque entièrement formé de petits cailloux provenant des mêmes roches que les gros blocs de la plaine et probablement de la Cordillère.

A 30 milles plus haut, ce même grès atteint la surface du plateau, mais il est feuilleté, à grain plus fin, à cassure plus terreuse, et il alterne avec des lits argileux, des lits de cailloux, et quelques *Ostrea patagonica* s'y rencontrent çà et là. Enfin, à 20 milles du pied de la Cordillère, les couches horizontales zonées de blanc disparaissent sous les laves noires basaltiques, jusqu'aux montagnes, de telle sorte que la vallée de la rivière de Santa-Cruz, perpendiculaire à la direction de la chaîne, donne une idée complète de la composition du plateau de la Patagonie dans toute sa largeur.

Les tufs volcaniques précédents qui composent des couches si puissantes sont désignés par M. Ehrenberg (1) sous le nom de *roches pyrobolithes*, ou tufs à infusoires volcaniques. Ils paraissent être dépourvus de carbonate de chaux, et renferment çà et là beaucoup de gypse. Ils constituent l'une des masses uniformes et continues les plus considérables que l'on connaisse, et qui, avant son émersion, dut son origine à l'influence et au développement de la vie sous ses formes les plus simples et les plus réduites.

Laves basaltiques.

Les relations intimes que nous venons d'indiquer entre les dépôts sédimentaires et les roches ignées des plaines de la Patagonie nous engagent à traiter dès à présent de ces dernières. C'est à 67 milles de l'embouchure de la rivière de Santa-Cruz que commencent à paraître les laves basaltiques, et, à partir de ce point, on les suit constamment jusqu'à la Cordillère. Le basalte est généralement noir, à grain fin, quelquefois gris et feuilleté. Il renferme un peu d'olivine, et, vers le haut de la vallée, beaucoup de feldspath vitreux. Il devient souvent amygdaloïde, se décompose parfois en plaques concentriques, ou bien affecte une structure colomnaire. La nappe repose sans discordance sur les couches sédimentaires blanches. Dans les endroits où elle s'amincit, ou vient à cesser en s'interrompant irrégulièrement, les intervalles sont remplis par le tuf

(1) *Acad. de Berlin*, avril 1845. — *L'Institut*, 27 août 1845, p. 318.

blanc zoné qui a continué ainsi à se former après l'épanchement des courants de lave, de sorte que le basalte peut être regardé comme contemporain des parties supérieures du terrain tertiaire.

La masse des roches pyrogènes se compose de deux, de trois ou d'un plus grand nombre de courants séparés par des sphéroïdes vésiculaires, semblables à ceux de la surface. Ces courants sont venus de distances différentes et se terminent à divers niveaux. En général leur surface est unie ; mais, vers le haut de la vallée, elle devient fort inégale. jusqu'à une altitude de 900 mètres, dans le voisinage immédiat de la chaîne, disposition que l'on doit attribuer aux courants qui se croisent en plusieurs sens.

L'épaisseur de la nappe, d'abord de 40 mètres à son extrémité, en acquiert 98, à 35 milles plus haut. Son inclinaison, calculée vers l'Atlantique, serait de 0° 7′ 20″ pour les 14 premiers milles, et de 0° 10′ 53″ pour l'étendue des 35 milles pris ensemble. Mais une disposition particulière des courants superposés ne permet pas d'adopter ce dernier chiffre, et l'inclinaison moyenne des couches de sédiment sous-jacente n'est que de 0° 7′ 52″. Si l'on prend pour terme de comparaison le fond de la mer actuelle, entre l'embouchure de la rivière de Santa-Cruz et les îles Falkland, on voit que, depuis la profondeur de 128 mètres jusqu'à celle de 155, l'inclinaison est de 0° 1′ 22″, tandis que de l'embouchure même à la profondeur de 128 mètres l'inclinaison est plus forte. Si l'on considère maintenant la pente des couches, en remontant la vallée que parcourt le fleuve et à partir de la moitié de sa longueur, ou du point où son élévation est de 367 mètres, on reconnaîtra que cette pente est plus rapide à mesure qu'on s'approche de la Cordillère, jusqu'à une altitude de 900 mètres. Ainsi les torrents de lave ont coulé jusqu'à une distance de 100 milles géographiques, et, à leur extrémité la plus éloignée du point de départ, leur épaisseur totale est encore de 40 mètres.

M. Darwin rappelle à ce sujet que la moindre inclinaison assignée par M. Élie de Beaumont à la partie supérieure d'un courant de lave aérien en Islande était de 0° 30′, et qu'il aurait pu couler sur une pente de 0° 20′ ; mais on voit qu'ici, sous la pression de la mer, les courants successifs se sont étendus sur un fond uni avec une pente moyenne qui n'excède pas 0° 7′ 20″. Or, ajoute l'auteur, si l'élévation de la Patagonie a été plus forte près de la Cordillère que dans le voisinage de l'Atlantique, ces angles seraient encore trop grands.

Le tuf blanc de pumite avec gypse est du même âge que les couches fossilifères inférieures, comme le prouvent les coquilles des

lits intercalés à Nuevo-Gulf, à Saint-Julien et à Santa-Cruz. Des 27 espèces de coquilles marines microscopiques de Saint-Julien et de Port-Désiré, 10 sont communes à ces deux localités. Le dépôt tufacé s'étend sur près de 570 milles, de Coy-Inlet à la péninsule de Saint-Joseph. A Port Saint-Julien, il a de 244 à 274 mètres d'épaisseur, et, à la hauteur de la rivière de Santa-Cruz, il se continue avec des caractères un peu différents jusqu'à la Cordillère. Il est d'origine volcanique, et semble avoir été formé par l'attrition et le ballottement longtemps prolongés d'une grande quantité de pumites, puis divisé en assises de diverses couleurs par les éruptions prolongées de cendres fines, lancées sous forme de nuages. Les évents volcaniques du sud de la Cordillère, aujourd'hui en repos, étaient alors dans une activité incessante sur une vaste étendue de pays, et leur action a dû se prolonger pendant un laps de temps très considérable.

Observations générales.

Tout le terrain tertiaire de la Patagonie, dit M. Alc. d'Orbigny (p. 64), appartient à une seule et même période. Il est composé de dépôts marins où se trouvent çà et là quelques fossiles terrestres et fluviatiles. Cette formation, qui sort de dessous le limon des Pampas, entre le 39e et le 40e degré lat. S., s'étend ensuite jusqu'au détroit de Magellan. A l'O., elle s'approche beaucoup des derniers contreforts des Andes, et elle constitue au N. une large bande qui les suit en dehors des Pampas, probablement jusqu'au 27e degré lat. S. Ainsi se trouvent reliés à ceux du midi les dépôts du même âge de l'Entre-Rios et de l'Uruguay.

Considéré dans sa généralité, le terrain tertiaire de l'Amérique méridionale, situé à l'E. des Cordillères, paraît s'étendre du 17e au 52e degré lat. S., sur une longueur N.-S. de 35°, ou 875 lieues géographiques (p. 68). Sa largeur maximum de l'E. à l'O. est de 12°, ou 300 lieues, et sa superficie d'environ 206°, ou plus de 128,000 lieues carrées. Il est bien remarquable, dit M. Darwin (p. 119), que sur la plus grande partie de cette immense surface le sol ait été soulevé sans qu'on y observe de couches inégalement inclinées ou disloquées par des failles.

On a vu que M. Alc. d'Orbigny avait divisé le terrain tertiaire de cette partie de l'Amérique en trois étages désignés par les noms de *Guaranien*, *Patagonien* et *Pampéen*. Ce dernier ayant été déjà mentionné au terrain quaternaire, nous donnerons seulement ici un aperçu de la distribution géographique et des caractères généraux des deux autres, aperçu qui reliera entre elles les observations précédentes en les présentant sous une forme plus méthodique.

L'étage guaranien, le plus ancien des trois, est très développé à l'E., dans la province des Missions et dans l'Uruguay. A l'O., il s'étend jusque dans la province de Chiquitos, et la plus grande partie du Paraguay en serait aussi composée. A Chiquitos, les couches inférieures reposent sur le gneiss. Dans la province de Moxos, sur les bords du Rio-Itenes, plusieurs lambeaux de conglomérat ferrugineux représentent les assises de Corrientes. Ils recouvrent le grès carbonifère et sont surmontés du limon des Pampas, très développé dans ce pays, où paraît manquer l'étage patagonien. Aux Missions, l'étage inférieur est supporté par les roches ignées qui l'ont soulevé, et vers le 30e degré il disparaît sous les couches de la Patagonie. Il se compose de trois assises : l'une, dont l'épaisseur est de 50 mètres, comprend des grès ferrugineux avec sardoines, fer hydraté et quelques lits d'argile subordonnés; la seconde, de 4 mètres d'épaisseur, est formée de calcaires avec du fer hydraté, des rognons endurcis, des cailloux de quartz et du fer hydraté en grains; enfin, la troisième, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas non plus 4 mètres, présente des argiles gypseuses grises avec des rognons de gypse disséminés.

L'étage patagonien occupe, comme on l'a dit, une partie de la province d'Entre-Rios, de l'Uruguay et s'étend dans le royaume du Brésil. A partir de l'embouchure de la Plata, il est recouvert par le limon des Pampas, et il ne vient affleurer à la surface du sol que vers le 40e degré, au delà du Rio-Colorado, pour se prolonger jusqu'au détroit de Magellan et remonter au N. vers la province de Chiquitos. Partout il repose sur l'étage guaranien, et le limon quaternaire le surmonte dans l'étendue des vraies Pampas. M. d'Orbigny y distingue les cinq assises suivantes : 1° grès marin plus ou moins ferrugineux avec *Pecten patagonensis* et *Ostrea Ferrarsii ;* 2° grès gris et calcaires blanchâtres avec dendrites au S., grès ferrugineux, dur, sans fossiles au N.; 3° grès à ossements, gris, compacte au S., friable et rougeâtre au N., avec des bois de conifères silicifiés, des débris de *Toxodon platensis*, et vers le haut des couches renfermant des poissons et des coquilles fluviatiles d'espèces éteintes; 4° alternances au N. de grès rouge et d'argile avec gypse, au S. grès azurés très épais et sans fossiles; 5° alternances d'argile et de grès calcarifère. Aux deux extrémités des Pampas, ces couches sont caractérisées par les mêmes fossiles, tels que l'*Ostrea patagonica* et d'autres coquilles qui semblent toutes appartenir à des espèces perdues.

Terre de Feu.

Les dépôts visibles sur les pentes des collines et les plaines les plus élevées des parties septentrionales et occidentales du détroit de Magellan et le long de la côte orientale de la Terre-de-Feu, jusqu'au port Saint-Polycarpe, semblent appartenir encore au grand horizon de l'étage patagonien, si l'on en juge par leur élévation, leur aspect général et leur teinte blanche. Les plateaux les plus élevés sont bordés de vastes plaines irrégulières représentant la *formation des blocs* (*antè*, p. 403). Les falaises de la baie de Saint-Sébastien, qui ont 60 mètres de hauteur, sont composées, d'après M. Darwin (1), de grès fin, souvent en couches arquées, renfermant des concrétions de grès calcarifère et des lits de gravier. On y trouve des coquilles, des polypiers, des Balanes et des bois; mais il reste à déterminer si le tout appartient à la base de l'étage patagonien ou à toute autre assise. Les observations de M. le Guillou (2) laissent planer la même incertitude sur les rapports des dépôts tertiaires de la Terre de Feu avec ceux du continent voisin. Suivant M. Ehrenberg (3), la substance terreuse et siliceuse employée comme nourriture par les habitants est composée de 14 espèces d'infusoires polygastriques d'eau douce.

§ 3. Côtes occidentales de l'Amérique du Sud.

Archipel des Chonos.

Les principales îles du groupe des Chonos, excepté Lemus et Ypun, sont composées de schistes métamorphiques (4). Ces deux îles renferment des grès tendres, gris, bruns, souvent feuilletés, avec quelques cailloux, des fragments de lignite noir et de nombreuses concrétions mamelonnées de grès dur et calcarifère. A Ypun, celles-ci ont présenté 4 espèces de coquilles éteintes. Des roches d'origine volcanique et probablement tertiaires se trouvent dans la partie méridionale du groupe, à la pointe Andres, dans la presqu'île de *Tres-montes*. Les laves, de 60 à 90 mètres d'épaisseur, sont aussi variées par leurs teintes que par leurs caractères pétrographiques. Elles se montrent tantôt compactes ou bréchoïdes, tantôt celluleuses, amygdaloïdes, renfermant des zéolithes et des agates,

(1) *Geological Observations on South America*, p. 120.
(2) *Compt. rend.*, vol. XII, p. 917. 1841.
(3) *Ibid.*, vol. XX, p. 1285. 1845.
(4) Darwin, *Geological Notes*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 210. 1835.)— *Geological Observations on South America*, p. 119.

ou bien encore porphyriques avec du feldspath vitreux. Elles sont régulièrement associées aux couches de brèche et de tuf avec lignite. Toute la masse est en outre traversée par de nombreux dykes qui ont brisé et soulevé les strates en les inclinant de 45°.

Ile d'Huafo.

L'île d'Huafo, située entre les Chonos et Chiloé, est élevée de 244 mètres au-dessus de la mer. On y remarque des grès argileux à grain fin avec des fragments de lignite et des concrétions de grès calcaire. Les 8 espèces de coquilles qu'on y a découvertes sont toutes éteintes.

Ile de Chiloé.

L'île de Chiloé, dont la longueur est de 100 milles, est formée de micaschites au S. et à l'O. Les montagnes centrales, qui atteignent 900 mètres d'élévation, sont de granite et de diorite. On y observe en outre deux petits districts volcaniques. La côte orientale et une grande partie de la côte nord sont couvertes de gravier et de blocs quaternaires (*anté*, p. 405), au-dessous desquels viennent des couches horizontales régulièrement stratifiées. Autour de Castro, celles-ci sont des grès volcaniques, fins, argileux, feuilletés et facilement fusibles. On y trouve du lignite, des bois de dicotylédones et de conifères silicifiés, et quelques coquilles dans les parties concrétionnées. Près de San-Carlos, à l'extrémité nord de l'île, on remarque une série d'assises volcaniques dont l'épaisseur varie de 150 à 200 mètres. Leur composition est très variée, et les laves, souvent à une grande distance au-dessous de la surface, passent brusquement à la wacke. Les bancs sont peu distincts, quelquefois partagés par des veines de tuf et des lits de cailloux. Ces tufs, comme les grès, semblent avoir été déposés sous la mer.

Les environs de la péninsule de Lacuy sont presque complétement formés de dépôts tufacés, très variables, probablement de même origine que les collines volcaniques précédentes. Les concrétions qu'on y trouve, et dont la structure et la forme sont extrêmement variées, sont divisées ou séparées par des veines entrelacées de gypse, de matière ferrugineuse, de calcaire spathique et d'agate. Dans la péninsule, les strates ont été soulevés du N. au S., suivant trois lignes distinctes. C'étaient les premières couches tertiaires brisées suivant des lignes de soulèvement que M. Darwin observait dans l'Amérique méridionale.



Côtes du Chili.

Les dépôts de Chiloé semblent se prolonger, presque avec les mêmes caractères, jusqu'à Valdivia, où l'on voit, au-dessus des schistes micacés, des grès et d'autres roches sédimentaires avec des bancs de lignite subordonnés. Au nord de Valdivia, ces der-



nières se continuent régulièrement jusque entre Rumena et Lavapie, où les strates sont brisés par neuf lignes parallèles de soulèvement, courant E. ou E.-N.-E. à O. ou O.-S.-O. Ces lignes sont toutes uniclinales, et le plongement est entre le S. et le S.-S.-E., de 40° dans les lignes centrales et de 20° seulement dans celles des extrémités. La largeur totale de cette zone disloquée est de 8 milles.

L'île de Quiriquina, dans la baie de la Conception, est aussi formée de divers grès ferrugineux avec des lits de cailloux. Les bancs inférieurs passent à un conglomérat qui repose sur des schistes métamorphiques. On y trouve subordonnés des lits d'argile impure, verdâtre, des grès calcaires et micacés, tendres, des concrétions dures, du lignite et des bois silicifiés. Le tout est recouvert par une terre rouge, friable, beaucoup plus récente. Sur quelques points, les couches ont été dérangées alors qu'elles étaient encore sous les eaux. Les 14 espèces de coquilles fossiles de l'île de Quiriquina que M. Alc. d'Orbigny a décrites appartiennent toutes à des espèces perdues. Dans le grès de Tome, un peu au nord de Lirguen, qui est sur le côté oriental de la baie, M. Darwin signale 6 espèces dont 3 se trouvent parmi les précédentes, puis des coquilles qui appartiennent à des genres exclusivement secondaires; aussi l'auteur ne les ayant pas recueillies lui-même, il est plus que douteux que ces dernières appartiennent aux mêmes couches que celles qui viennent d'être citées.

La limite des dépôts tertiaires au nord de Conception n'a point été déterminée, mais les falaises de Navidad, situées à 160 milles de cette ville et à 60 milles au sud de Valparaiso, sont formées de grès terreux, jaunâtre, à grain fin, avec des veines ferrugineuses et des concrétions de grès calcarifères. Ces couches, qui se relèvent assez fortement vers la Cordillère, renferment du lignite, des bois silicifiés, des dents de Squales, et beaucoup de coquilles des genres Pectoncle, Olive, Turritelle et Fuseau. Toutes les espèces, au nombre de 31, paraissent être éteintes (1).

(P. 128.) Au nord de Navidad, et sur un espace de 200 milles, la côte est formée de roches métamorphiques et plutoniques; mais les couches tertiaires recommencent à Tonguy, 25 milles au sud de Coquimbo. Nous avons déjà parlé (*antè*, p. 408) des assises supérieures de ces falaises; celles de la base sont un grès ferrugineux avec des

(1) Voyez aussi : Gay, *Ann. des sc. nat.*, 1re sér., vol. XXVIII.

Balanes et un autre grès rempli de concrétions et d'ossements silicifiés. Les coquilles sont presque toutes des espèces éteintes; car sur 24 qui sont signalées, 3 seulement, d'après M. G. Sowerby, auraient leurs analogues vivantes. Il n'existe point d'ailleurs de passage entre les assises supérieures et inférieures, comme l'auteur l'avait d'abord pensé. On observe encore le même ensemble de dépôts de Coquimbo à Copiapo. Plus au N., sur les côtes du Pérou, à l'exception de quelques lambeaux quaternaires peu importants, M. Darwin ne mentionne point de sédiments récents, sur un espace de 22° de latitude, c'est-à-dire de Copiapo à Payta. Dans cette dernière localité, il existe des calcaires assez considérables sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Plaines et vallées intérieures du Chili.

(P. 58.) Si, quittant le littoral, nous nous avançons dans l'intérieur des terres vers le pied des Andes, nous y rencontrerons des plaines en forme de bassin, remarquables sous divers rapports. Celle entre autres où se trouve Santiago, capitale du Chili, est à 533 mètres au-dessus de la mer, et faiblement ondulée par des dépressions qui correspondent aux vallées principales de la Cordillère. Elle s'appuie contre la base abrupte de la chaîne, où elle est composée de masses stratifiées de cailloux de toutes les grosseurs, avec quelques blocs arrondis, tandis que vers son extrémité occidentale elle est formée d'argile sableuse, rougeâtre, avec peu de cailloux, beaucoup de fragments de pumite, et passe quelquefois à un sable pur ou à des cendres volcaniques. A Podaguel, le sable est surmonté de couches dures stalagmitiques.

Des buttes arrondies au sommet et à pentes rapides s'élèvent au-dessus de la plaine. Celles de Santa-Lucia et de San-Cristoval sont des porphyres dioritiques, entièrement dépourvus de la brèche de phonolite porphyrique, qui les enveloppait dans l'origine. Au sommet, un grand nombre de fragments de roches, dont plusieurs ne se rencontrent pas aux environs, sont à la fois réunis et recouverts par un tuf calcaire friable, blanc, semblable à celui de Podaguel. Les eaux sous lesquelles ce dépôt s'est formé devaient atteindre 273^{m},33 au-dessus de la plaine environnante, ou 819^{m},80 au-dessus du niveau actuel de l'océan Pacifique.

Au S., la vallée se rétrécit entre les montagnes, puis s'élargit de nouveau, et, après une seconde gorge, s'ouvre dans la vaste plaine de San-Fernando, qui se prolonge à son tour à une grande distance dans la même direction. La composition du sol de ces plaines ressemble à celle de la précédente, et les eaux n'y cou-

lent pas du N. au S., mais vers l'O., par des échancrures dans les montagnes, et en faisant des détours plus ou moins nombreux.

Passant sur le versant oriental de la Cordillère, M. Darwin décrit la plaine d'Uspallata, située entre la chaîne de ce nom et la chaîne principale, qui sont parallèles. Cette plaine est élevée, à l'E., de 1,828 mètres au-dessus de la mer; sa largeur est de 10 à 15 milles, et elle paraît s'étendre vers le N., sur une surface unie de 180 milles de long. Les deux rivières qui l'arrosent se dirigent à l'E., et les berges de la rivière de Mendoza montrent des cailloux stratifiés sur une épaisseur de 122 mètres.

L'auteur ne pense pas que, comme on l'a dit, ces plaines aient été autrefois occupées par des lacs qui se seraient desséchés; il n'admet pas non plus, avec MM. Meyen et Gay, que leurs dépôts soient dus à de grandes débâcles provenant de la Cordillère. Suivant lui, ces matériaux résultent de la dislocation des montagnes, et ils ont été arrangés et stratifiés par la mer, à mesure que le sol s'élevait par un mouvement lent. On se rendrait compte de l'absence de fossiles marins par la nature clastique des sédiments qui étaient très défavorables à l'enfouissement des débris organiques, et le manque de coquilles à la surface s'expliquerait par leur destruction et leur disparition, comme cela a eu lieu sur les terrasses qui bordent la côte.

(P. 62.) Toutes les vallées principales, sur les deux versants de la Cordillère du Chili, ont eu ou ont encore leur fond rempli, sur une hauteur considérable, de masses de cailloux grossièrement stratifiés. Dans le Chili central, la plus grande partie de ces masses a été entraînée et déplacée par les torrents, et des escarpements plus ou moins continus sont restés au même niveau, bordant les deux côtés de la vallée. Ces espèces de terrasses ont une surface unie, et s'élèvent comme les vallées sauvages et accidentées avec lesquelles leur uniformité fait un contraste frappant. Au débouché des vallées les terrasses ont jusqu'à 60 et 90 mètres d'épaisseur; mais à mesure qu'on les remonte, on les trouve de plus en plus brisées, étroites et amincies jusqu'à des altitudes de 2,000 à 2,750 mètres, où elles se confondent avec les amas de détritus provenant des montagnes environnantes. Presque partout les cailloux sont parfaitement et également roulés; quelques grands blocs s'y trouvent par places; leur stratification est généralement distincte, et souvent on y voit des veines de sable. Vers le haut des vallées les cailloux sont moins arrondis, quelquefois même ils sont tout à fait anguleux, et les

caractères du dépôt deviennent assez différents, par suite de la grande quantité de terre qu'on y trouve, de l'absence de stratification, et de l'irrégularité des surfaces supérieures. A quelques exceptions près, partout où les gros blocs de certaines roches deviennent abondants, soit à la surface de la terrasse, soit dans son intérieur, la roche elle-même ne tarde pas à se montrer en place.

Ces terrasses de gravier stratifié se voient le long de toutes les grandes vallées de la Cordillère et de leurs principales ramifications. Elles sont surtout développées dans celles de la Maypu, de la rivière de Mendoza, de l'Aconcagua, de la Cachapual, et, d'après M. Meyen, dans la Tinguirica. Dans les vallées du Chili septentrional et dans quelques unes de celles du flanc oriental de la chaîne, comme la vallée de Portillo, où il n'y a jamais eu de courant, ou bien qui n'est parcourue que par des filets d'eau insignifiants, l'existence du gravier stratifié peut se déduire de la forme unie et légèrement concave du fond.

Les matériaux qui constituent les terrasses ou qui occupent le fond des vallées ne se sont point déposés comme ceux des éboulements actuels, et n'ont pas été apportés par des débâcles ni par l'action des courants; car ceux-ci, en suivant ces vallées, tendent plutôt à creuser leur lit dans ces mêmes accumulations détritiques. M. Darwin s'attache à faire voir que les terrasses sont continues avec les dépôts des plaines en forme de bassin, lesquels s'étendent au pied de la Cordillère, et ont été formés sous les eaux de la mer. En supposant que celle-ci occupât alors les vallées de la Cordillère du Chili, comme elle pénètre aujourd'hui dans la partie sud du continent, où elle se ramifie par mille canaux jusqu'au centre même de la chaîne, et en admettant qu'ensuite les montagnes aient été lentement soulevées comme l'ont été en effet, depuis, les côtes est et ouest de l'Amérique méridionale, on se rendra facilement compte de l'origine et du mode de formation de ces masses de gravier.

Après avoir indiqué l'analogie de ces vallées avec celle de Loch-Aber, et les rapports de ces terrasses avec les *parallel roads* de Glen-Roy (*antè*, p. 97), l'auteur démontre que chaque fond de vallée a été longtemps un *fiord* (1), où les torrents, descendant des montagnes émergées, apportaient les fragments que les vagues stratifiaient. A mesure que le sol s'élevait, ces mêmes torrents entamaient les

(1) Nous avons cru pouvoir traduire par ce mot, dont le sens est bien connu, l'expression de *sea creek* employée par l'auteur.

dépôts meubles récemment formés, et acquéraient d'autant plus de puissance que leur cours s'étendait en proportion du soulèvement. Celui-ci d'ailleurs a dû être interrompu par des périodes de repos, et M. Darwin explique comment il conçoit que ces temps d'arrêt ne puissent plus être reconnus aujourd'hui. C'est suivant moi, dit-il (p. 67), l'une des conclusions les plus importantes auxquelles m'aient amené mes observations sur la géologie de l'Amérique du Sud; car nous apprenons ainsi que l'une des chaînes du globe les plus étendues et les plus régulières, avec une grande partie de ses lignes ou chaînons parallèles, a été soulevée en masse et graduellement jusqu'à 2,000 et 2,750 mètres, de la même manière que les côtes orientales et occidentales du continent l'ont été dans une période plus récente. La simultanéité de ce soulèvement dans toutes les parties de la chaîne est démontrée, en outre, par la continuité des terrasses et des dépôts de cailloux, et par leur liaison avec ceux des grandes plaines. Il n'y a qu'un fort petit nombre de points où la discontinuité et la différence de niveau des strates prouvent des dislocations locales postérieures au mouvement général.

Formation des vallées.

(P. 67.) La quantité de matières solides entraînées dans les vallées de la Cordillère est réellement énorme, et l'on peut lui comparer les couches de gravier de la Patagonie, qui, recouvrant une surface de plusieurs milliers de lieues carrées, formeraient, si elles étaient accumulées, une masse montagneuse presque égale à celle de la Cordillère elle-même. Les vellées de cette chaîne suivent souvent les lignes anticlinales et rarement les lignes synclinales. Sur les flancs des montagnes, là où les couches plongent des deux côtés dans le même sens, elles ne suivent ni les unes ni les autres. Comme un certain nombre de chaînes presque parallèles qui composent la Cordillère courent approximativement N. et S., les vallées dirigées E., O. les traversent en formant des zigzags. Quant aux dénudations, elles ont dû avoir lieu en grande partie alors que les marées s'avançaient dans les anses nombreuses des vallées, et que les pentes extérieures des montagnes étaient exposées à toute la violence des vagues de l'Océan.

En comparant les effets des eaux courantes ou pluviales à ceux de la mer, l'auteur conclut que ces derniers sont de beaucoup les plus considérables, et que la tendance principale de la mer est d'élargir les vallées, tandis que celle des torrents et des rivières est de les approfondir en remaniant le produit de l'action marine. Si l'on considère que les grandes vagues occasionnées par les tremblements

de terre ont une force de transport très considérable, et dont on a vu plusieurs exemples dans les temps modernes, on concevra qu'il a pu en être de même anciennement, et telle serait l'origine de la présence des gros blocs de granite et d'autres roches des environs dans les couches tertiaires de la côte.

La lecture de cette partie si remarquable de l'ouvrage de M. Darwin nous a laissé quelques doutes que nous consignerons ici, sans toutefois préjuger une question de cette importance contrairement à l'opinion d'un savant aussi distingué, et qui a si parfaitement observé les lieux qu'il a décrits. Les caractères des dépôts de cailloux dans les plaines et les vallées, la disposition des terrasses vers le centre, sur les versants et au pied de la Cordillère, ont la plus grande analogie avec la plupart des résultats que nous avons rapportés à l'époque quaternaire. L'absence ou l'extrême rareté, dans ces immenses accumulations détritiques, de dépôts subordonnés et d'une certaine étendue, soit d'argile, soit de sable ou de calcaire ; celle d'un raccordement bien constaté avec des couches tertiaires marines d'un âge déterminé, et surtout le manque absolu de corps organisés dans l'intérieur de la masse comme à sa surface, dernière circonstance que les explications qu'on a cherché à en donner ne nous semblent justifier que très imparfaitement, sont des motifs suffisants, suivant nous, pour suspendre tout jugement définitif sur l'époque pendant laquelle ces accumulations se sont produites. On conçoit, en effet, que leur antériorité au limon des Pampas ou à la formation erratique de la Patagonie, telle que nous l'avons caractérisée d'après M. Darwin lui-même (*antè*, p. 401), fût-elle bien prouvée, il n'en résulterait pas nécessairement qu'elles appartinssent à l'époque tertiaire, puisque nous avons vu qu'il y en avait eu de semblables avant l'existence de la faune quaternaire, et par conséquent avant le phénomène qui a causé sa destruction.

Observations générales.

Les différents dépôts dont nous venons de parler se sont formés le long des côtes du continent, ou autour d'îlots composés de roches anciennes (1). Dans ce dernier cas, comme pour les îles Mocha et Huafo, ils n'ont jamais été liés aux dépôts du littoral continental, quoique du même âge. Pour la partie septentrionale du Chili, les sédiments semblent avoir été déposés dans des baies formant à présent les débouchés des vallées.

(1) Darwin, *loc. cit.*, p. 130.

Les rapports de ces dépôts entre eux sur les côtes de l'océan Pacifique sont loin d'être aussi clairs que ceux des côtes de l'Atlantique; cependant l'auteur déduit de diverses considérations, que presque tous appartiennent à la même période, qui serait celle de la formation tertiaire inférieure. D'un autre côté, en ayant égard à la distribution des végétaux fossiles et des lignites dans les grès, depuis Chiloé jusqu'à la Conception, et à leur absence dans les couches du Chili septentrional, où l'on trouve au contraire des ossements de mammifères; puis en comparant ces résultats avec la répartition actuelle des végétaux et des forêts sur les pentes de la Cordillère, depuis le cap Horn jusqu'aux environs de la Conception, où ils deviennent moins abondants, pour disparaître ensuite dans le centre et le nord du Chili, on reconnaît que la différence dans le climat, d'où dépend l'existence des forêts, est en partie due à la forme des terres; et comme la Cordillère était émergée lors du dépôt des lignites, il est probable que le climat, pendant cette période, était aussi différent sur les divers points de la côte qu'il l'est aujourd'hui. Auparavant, alors que les couches de la Cordillère se déposaient, il y avait des îles qui, même à la latitude du nord du Chili, où à présent toutes sont désertes, étaient couvertes d'épaisses forêts de conifères.

(P. 137.) Les périodes d'abaissement du sol seraient encore plus favorables à l'accumulation de dépôts coquilliers puissants, à leur extension, à leur consolidation, et par conséquent à leur résistance aux agents de dénudation que celles de soulèvement, et les dépôts de la période tertiaire ancienne, sur les côtes sud de l'Amérique, auraient été formés pendant un mouvement descendant (1). Ainsi, à Navidad, les couches ont une épaisseur totale de 244 mètres, et les coquilles sont très répandues à tous les niveaux. L'étude de celles-ci porte à croire qu'elles ont vécu sous une profondeur d'eau de 2 à 20 mètres, d'où il suit que le fond de la mer sur lequel elles se sont développées doit s'être abaissé d'au moins 213 mètres pour que les dernières couches aient pu se déposer dans les mêmes conditions que les premières. A Huafo, l'ensemble des strates atteint une épaisseur qui est aussi d'environ 244 mètres, et d'après M. Ed. Forbes les coquilles qu'on y trouve n'ont pas dû

(1) Ce sont précisément les rapports de ces dépôts anciens avec les amas de cailloux du pied et de l'intérieur de la Cordillère, qui, n'étant pas établis, nous font douter de l'âge assigné à ces derniers.

supporter une masse d'eau de plus de 90 mètres d'épaisseur. Entre ces deux points éloignés de 570 milles se trouve l'île de Mocha, élevée de 365 mètres au-dessus de la mer, et dont toutes les roches sont tertiaires jusqu'au sommet. On y rencontre beaucoup de coquilles, et entre autres la même espèce de Turritelle que l'on voit à Huafo, dans des bancs que vient effleurer le niveau moyen de l'Océan.

M. Gay (1) a donné quelques détails sur le terrain tertiaire de la côte du Chili, dont certains fossiles lui ont offert un peu d'analogie avec ceux de Ronca dans le Vicentin. Il a signalé les dérangements et les modifications que ces dépôts ont subis sur les côtes de Chiloé par des éruptions volcaniques dont les produits ont enveloppé des coquilles. Il admet aussi pour les terrasses de Coquimbo un soulèvement lent et continu. Plus au N., dans la province de Tarapaca, M. J. Blake (2) s'est également occupé des calcaires fossilifères dont les coquilles sont agglutinées par du sel ordinaire et du nitrate de soude dont nous avons déjà parlé (*antè*, p. 410), mais en les rapportant avec doute à l'époque quaternaire. Ces couches, situées à plus de 1,000 mètres au-dessus de l'Océan, se voient encore près de Molle, et sont traversées par des veines des mêmes sels qui cimentent les coquilles et les cailloux de la plaine. Près de Pica, des veines semblables de sulfate de soude anhydre pénètrent les grès qui constituent les collines. Leur épaisseur est de $0^m,30$, et l'on peut les suivre sur une longueur de plusieurs centaines de mètres. La substance en est compacte, dure, sèche, et à peine trouve-t-on dans les échantillons pris en divers endroits d'une même veine quelques traces de matière insoluble. Le nitrate de soude abonde encore sur la côte entre le 18e et le 23e degré lat. S.

Derrière Cobija, M. E. Chevalier (3) indique des conglomérats de grès quartzeux coquilliers, madréporiques, qu'il compare à ceux de Payta, et il rapporte les uns et les autres à la période tertiaire moyenne ou des faluns. Mais il semble que ce soit les mêmes couches que nous avons regardées avec M. Alc. d'Orbigny comme beaucoup plus récentes (*antè*, p. 408). Les dépôts des environs de Payta (p. 131 et 138), comme ceux de l'île de Puna, à l'entrée de

(1) *Compt. rend.*, vol. VI, p. 916. 1838.
(2) *Amer. Journ.*, vol. XLIV, p. 1. 1843.
(3) *Voyage de la corvette* la Bonite, *Géologie* et *Minéralogie*, p. 84. In-8. 1844.

la rivière de Guyaquil (p. 164), appartiendraient toujours à cette formation moyenne que l'auteur retrouve partout, puisque nous l'avons déjà vue citée par lui dans les deux presqu'îles de l'Inde, et que les conglomérats madréporiques d'Honolulu dans les Sandwich seraient encore du même âge.

Considérations paléontologiques. Les fossiles tertiaires des Pampas et de la Patagonie (1) diffèrent totalement de la faune actuelle, et, sous ce rapport, ces dépôts sont comparables au calcaire grossier du bassin de la Seine. Aucune espèce de coquille fossile du versant occidental de la Cordillère ne vit aujourd'hui sur les côtes voisines. Les genres, lorsqu'ils existent encore sur le littoral américain, sont ordinairement plus rapprochés de l'équateur. Tels sont les Bulles, les Natices, les Olives, les Fuseaux, les Pleurotomes, les Buccardes et les Lucines. D'autres, tels que les Scalaires, les Rostellaires, les Pyrules, les Panopées, les Trigonies, les Pernes, manquent à présent sur les côtes du continent méridional.

En comparant les circonstances communes aux dépôts tertiaires des deux côtés des Andes, M. Alc. d'Orbigny trouve : 1° qu'aucune des espèces fossiles ne se montre vivante sur les côtes voisines; 2° qu'aucune des espèces n'a même son identique dans les mers lointaines ; 3° que les genres, lorsqu'ils se retrouvent dans les mers peu éloignées, appartiennent à des mers plus chaudes et plus rapprochées de l'équateur ; 4° qu'un grand nombre de genres observés à l'état fossile manquent aujourd'hui dans les mers qui sont à peu de distance, et quelquefois même ont cessé d'exister : aussi l'auteur regarde-t-il ces dépôts de l'Amérique du Sud comme pouvant représenter toute l'époque tertiaire.

Si l'on oppose au contraire la faune tertiaire de l'est des Cordillères à celle de l'ouest, on trouve que les fossiles recueillis entre les mêmes parallèles ont dû vivre simultanément, sous des conditions de température à très peu près semblables, et bien en dehors des limites des tropiques. Néanmoins la faune orientale diffère complétement de la faune occidentale ; car non seulement il n'y a aucune espèce qui soit identique dans l'une et l'autre, mais encore la série des genres y est tout à fait distincte : d'où l'on doit conclure que les deux Océans étaient aussi séparés qu'ils le sont aujourd'hui. La Cordillère avait déjà un relief suffisant pour former entre eux une

(1) Alc. d'Orbigny, *Voyage dans l'Amérique mérid.*, vol. III, 4e partie, *Paléontologie*, p. 137. In-4, 22 pl. de fossiles. Paris, 1842.

vaste barrière qui, en interrompant toute communication directe, produisait des différences analogues à celles des faunes modernes.

Les conclusions paléontologiques de M. Darwin s'accordent assez avec celles que nous venons de rappeler. Ainsi sur 77 espèces de coquilles tertiaires provenant des côtes du Chili et du Pérou, 20 ont été trouvées à la Conception et à Chiloé. Les autres viennent de diverses localités. D'après M. G. Sowerby, 3 espèces auraient encore leurs identiques vivantes. Aucune forme secondaire ne s'est présentée dans ces dépôts, mais quelques unes ressemblent aux formes tertiaires inférieures de l'Europe. Les espèces précédentes appartiennent à 32 genres, dont un, le genre *Gastridium* est éteint; 3 ou 4 n'ont plus de représentants sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, tandis que 15 y offrent des espèces qui vivent sous la même latitude que les fossiles; 12 autres genres sont distribués à présent d'une manière très différente de ce qu'ils étaient alors.

Quoique regardant ces dépôts comme fort anciens, l'auteur ne se prononce pas positivement sur leur parallélisme avec la formation tertiaire inférieure de l'Europe. Il admet aussi la contemporanéité des fossiles des côtes du Chili avec ceux de la Patagonie, malgré la différence des espèces, et il fait remarquer, à l'appui de ce parallélisme, que MM. Cuming et Hinds, après l'examen attentif de 2000 espèces vivantes, provenant des côtes opposées de l'Amérique du Sud, n'en ont trouvé qu'une, le *Purpurea lapillus* qui vécût à la fois des deux côtés de l'isthme de Panama. M. Sowerby admet cependant qu'il y a 4 ou 5 espèces communes aux couches tertiaires de l'est et de l'ouest, tandis que M. Alc. d'Orbigny ne reconnaît que le *Trochus collaris* qui soit dans ce cas.

La comparaison des dépôts tertiaires des deux Amériques ne nous offrirait aucun rapprochement plus précis que ceux extrêmement vagues que nous venons d'indiquer entre les sédiments de l'Amérique méridionale et ceux de l'Europe. Ce qui distingue jusqu'à présent l'Amérique du Sud des autres continents, c'est la faiblesse comparative du nombre des espèces fossiles, lequel ne s'élève pas à 100 pour toute l'époque tertiaire, et cela sur d'immenses surfaces et dans des dépôts très puissants. Doit-on attribuer cette pauvreté relative de la faune marine à la disposition des côtes, qui plus droites et moins découpées par des baies ou des anses profondes que dans l'ancien continent auraient offert des conditions d'*habitat* moins variées? C'est une supposition qui s'accorderait avec les doutes que nous avons exprimés sur l'âge des grands amas de cailloux et de

gravier des plaines et des vallées intérieures du Chili, mais qui aurait contre elle la richesse de la faune actuelle placée, sous ce rapport, dans des conditions à peu près semblables.

Ce que nous connaissons de la partie sud du continent africain ne nous éclaire pas davantage et ne nous offre point d'analogies plus prononcées, et ce que nous dirons de l'Australie montrera que les sédiments tertiaires des divers continents de l'hémisphère Sud diffèrent autant par leurs fossiles que les faunes qui les habitent aujourd'hui, ou vivent sur leurs côtes. A cette époque, comme pendant l'époque quaternaire, les différences organiques des deux côtés de l'Equateur étaient aussi complètes qu'à présent, tout en présentant des analogies de même ordre avec les animaux qui peuplent encore ces diverses zones. Les différences organiques dans le sens des méridiens sont d'ailleurs, comme on le sait, beaucoup plus tranchées que dans le sens des parallèles.

CHAPITRE XVI.

TERRAIN TERTIAIRE DES ILES DU GRAND OCÉAN ET DE L'AUSTRALIE.

Iles Sandwich.

Près de la mer, autour d'Honolulu, capitale de l'île d'Oahou et de l'archipel des Sandwich, on remarque les couches horizontales d'un conglomérat madréporique ancien et atteignant 12 à 15 mètres au-dessus de la mer. Les polypiers sont des Astrées, des Méandrines, des Agaricies et des Pavonies qui n'auraient qu'une ressemblance imparfaite avec les espèces vivantes formant les récifs actuels d'Honolulu. M. E. Chevalier (1) n'y voit cependant qu'une accumulation de débris de polypiers arrachés et rejetés par les vagues, et il ne pense pas qu'il y ait eu de soulèvement du fond de la mer. Ces conglomérats sont recouverts par une lave ancienne, descendue du cratère appelé le *Bol de punch* (*antè*, vol. I, p. 573), et ils appartiendraient encore, comme la plupart des dépôts que l'auteur a rencontrés dans ses voyages, à la formation tertiaire moyenne. La roche employée par les habitants pour faire les disques qui servent aux jeux d'adresse paraît être du même âge. Elle est composée de grains de basalte, de péridot, de fer titané et de parties spathiques, le tout cimenté par un calcaire jaunâtre.

Ile de Tahiti.

La partie nord-ouest de l'île de Tahiti, visitée par M. Darwin (2), est formée de roches volcaniques. Ce sont diverses variétés de basalte, les unes avec pyroxène et olivine, les autres celluleuses avec chabasie, mésotype, ou bien avec du feldspath vitreux et ressemblant à des trachytes. Les assises sont séparées par des conglomérats volcaniques, dans lesquels W. Ellis et d'autres voyageurs avaient déjà recueilli des coquilles. M. Stutchbury a trouvé des polypiers à demi fossilisés au sommet d'une des plus hautes montagnes de l'île, à plusieurs milliers de pieds au-dessus de la mer.

---

(1) *Voyage de la corvette* la Bonite. *Géologie* et *Minéralogie*. In-8. Paris, 1844.

(2) *Geological observations on the volcanic Islands*, etc., p. 25, in-8. Londres, 1844.

Australie.

M. [illegible] (1) signale une vaste formation marine qui s'étend de 139° long. au [illegible], et du [illegible] lat. jusqu'à la [illegible] du golfe de Murray. Les couches horizontales s'élèvent à [illegible] mètres au-dessus de l'Océan et sont composées de sables et de calcaires coquilliers. La vallée du Murray est entièrement creusée dans cette formation, dont les fossiles ressemblent à ceux du crag d'Angleterre, quoique aucune espèce ne soit identique avec celles des dépôts tertiaires de l'Europe. M. Eyre (2) a aussi reconnu, dans l'Australie occidentale et principalement autour des grandes baies, des dépôts fossilifères, à 60 et 90 mètres d'altitude, et qui s'étendent sur une surface de plus de 500 milles. Ils constituent une sorte de plateau entièrement dépourvu d'eau. Dans le district de Port-Philippe, on remarque, le long de la côte et jusqu'au Murray, des strates tertiaires reposant sur la tranche des strates de transition. Cette grande formation tertiaire renferme beaucoup de coquilles, d'échinodermes et de polypiers (3).

Des argiles et des grès existent sur beaucoup de points, à l'intérieur du continent, et bordent la côte l'espace de 600 milles, de Streaky-Bay à Mount-Ragged, à l'ouest du Grand-Bight. Depuis le détroit du Roi-Georges, un district qui se dirige au N., sur une étendue de 250 milles, est composé de granite et de roches métamorphiques ; mais, entre ce pays et la mer, une plaine basse, de 20 milles de long et formée de dépôts tertiaires peu anciens, se prolonge au N. vers les îles qui marquent la limite occidentale de Shark's-bay. Un grès rouge ferrugineux ou blanc, horizontal, se montre à Port-Essington et semble se continuer tout autour du golfe de Carpentarie et jusqu'à la rivière Victoria. Les concrétions ferrugineuses y abondent et quelquefois constituent toute la masse. Ce grès occupe des pointes et des caps en avant des falaises, et sa ressemblance avec celui de Port-Philippe l'a fait rapporter à la même époque.

Les couches tertiaires forment le sous-sol du grand désert traversé par M. Sturt (*antè*, p. 417), d'où il résulterait qu'elles sont

---

(1) *Geological Society of Manchester*, 24 fév. 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 532. — *The Geologist*, n°s 3, 4 et 5.

(2) *L'Écho*, n° 741. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 538. 1842.

(3) *Rep. 16th Meet. brit. Assoc. at Southampton* 1846 (Londres, 1847), p. 68 des *Notices*. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 142. 1848. — Voyez aussi : Fitton, *Appendice au voyage du cap. King*. — *Voyage de Baudin et Péron*, etc.

probablement continues à travers toute la région centrale de la Nouvelle-Hollande, et que, pendant l'époque tertiaire, cette portion du continent était sous les eaux, tandis que, vers les côtes, de hautes terres s'élevaient, comme quatre groupes d'îles, au-dessus d'une mer peu profonde. Ce qui tend à confirmer cette manière de voir, c'est que les plantes et les animaux de la Nouvelle-Galles du Sud diffèrent plus de ceux de l'ouest du continent, quoiqu'à la même latitude, que de ceux des extrémités nord et sud de la chaîne orientale, bien que ces derniers se trouvent éloignés les uns des autres de 20° en latitude. M. Darwin (1) compare les dépôts tertiaires du continent australien à ceux de la terre de Van-Diemen, dont nous allons parler. Très développés sur les côtes du sud-ouest et du nord-ouest, à Swan-River ils remontent assez loin dans l'intérieur, et ces sédiments, souvent à l'état de grès ferrugineux dans les parties basses du pays, ont une extension comparable à celle des récifs de coraux de l'océan Pacifique et de l'océan Indien.

Terre de Van-Diemen.

Au delà d'Hobart-Town il y a une carrière de travertin qui renferme des empreintes de végétaux dont les espèces ne paraissent plus exister dans le pays. Ce travertin a été dérangé par l'apparition d'un trapp. Au sommet de Bald-Head, à 180 mètres d'altitude, on voit un autre calcaire recouvrant le granite, et dont l'épaisseur est très variable. Les bancs plongent dans diverses directions sous un angle de 30°. Le calcaire est blanc, pulvérulent, ou composé de petits grains de quartz (p. 144). M. Darwin n'y a découvert qu'une ou deux espèces d'Hélices et des ramifications branchues de grès endurci. Ces calcaires paraissent résulter de détritus de coquilles très atténués, et alternent ou se mêlent avec des bancs de roches substalagmitiques.

M. J.-B. Jukes (2), qui n'a pu constater la présence d'aucune roche jurassique ni crétacée dans toute l'Australie, mentionne quelques dépôts tertiaires dans la baie de Portland. Il a aussi examiné le calcaire jaune à Hélices d'Hobart-Town, où il constitue des nodules enveloppés de sable et d'argile. Dans la baie de James, le dépôt n'a point été dérangé par le trapp, et l'Hélice qu'on y rencontre est une espèce encore vivante dans le pays.

Il paraît y avoir ici quelque discordance avec le résultat des ob-

---

(1) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, p. 144, in-8. Londres, 1844.

(2) *Tasmanian Journ. of nat. sc.*, vol. II, p. 1. 1843.

servations de M. Darwin, qui signale comme éteintes les espèces de végétaux que ce travertin renferme, et qui indique les Hélices dans les calcaires de Bald-Head reposant sur le granite. D'un autre côté, M. Morris (1) dit, dans son appendice à l'ouvrage de M. de Strezelecki, que la flore de ce travertin serait peu antérieure à celle de l'époque actuelle, et que l'Hélice et le Bulime du même dépôt n'ont plus leurs analogues vivants. Quant aux bois silicifiés mentionnés par M. J.-D. Hooker (2), par M. Clarke (3), et par M. R. M'Cormick (4) dans la terre de Kerguelen, ils appartiennent probablement à la formation houillère.

Ile Maria. L'île Maria, située sur la côte orientale de la terre de Van-Diemen, est composée de trapps; mais M. G. Frankland (5) y signale au N. des falaises de 60 à 150 mètres de hauteur, composées de calcaires gris noir avec des Huîtres et d'autres coquilles bien conservées qui paraissent être tertiaires.

Ile de Norfolk. Les îles de Norfolk et Philip, dit M. Maconochie (6), sont des masses porphyriques qui atteignent jusqu'à 370 mètres d'élévation. Vers l'extrémité sud-est de la première on remarque des couches de calcaire et de sable qui reposent sur le porphyre. Le calcaire a été dérangé, mais un grès plus récent le recouvre horizontalement. Ce dernier, qui paraît se former encore, renferme des coquilles marines.

Nouvelle Zélande. M. J.-E. Gray (7) a décrit des coquilles tertiaires provenant de Parenga-Rengadane et du cap oriental de l'île nord de la Nouvelle-Zélande, et les détails intéressants recueillis par M. Walter Mantell (8) n'ont rien changé à la probabilité de ce que nous avons déjà dit (*antè*, p. 419). La couche de sable à ossements d'oiseaux, lorsqu'elle n'est point dénudée par des causes récentes, est toujours placée entre l'argile bleue avec coquilles marines d'espèces existantes et un conglomérat de cailloux volcaniques et de blocs qui forme une

---

(1) Strezelecki, *Physical description*, etc., in-8. Londres, 1845.
(2) *Tasmanian Journ. of nat. sc.*, vol. I, p. 24. 1841.
(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 261.
(4) *Tasmanian Journ. of nat. sc.*, vol. I, p. 27. 1841.
(5) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 415.
(6) *Rep. 14th Meet. brit. Assoc. at York* 1844, p. 57 des *Notices*. — *L'Institut*, 24 nov. 1844.
(7) *Revue zoologique*, par la Société cuviérienne, 1845, p. 318.
(8) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 15, p. 225 et 238, 1848.

assise de 15 à 30 mètres d'épaisseur, comme on le voit dans la coupe des falaises de Waimati à Wanganui, vers l'embouchure du Waingongoro (1).

---

(1) Nous renvoyons, pour la mention des ouvrages récemment publiés qui ont pu nous échapper, à la *Notice bibliographique* due aux recherches de MM. Ch. Martins et Alex. Rouault, et qui fait partie du vol. V, 2e sér. du Bulletin de la Société géologique.





TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

TERRAIN QUATERNAIRE OU DILUVIEN.

P. 1.

CHAPITRE I.

TERRAIN QUATERNAIRE DU NORD DE L'EUROPE.

CHAPITRE II.

TERRAIN QUATERNAIRE DES ÎLES BRITANNIQUES.

P. 61.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

TERRAIN QUATERNAIRE DE LA FRANCE.

CHAPITRE V.

TERRAIN QUATERNAIRE DES ALPES.

CHAPITRE VI.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'EUROPE MÉRIDIONALE, CENTRALE ET ORIENTALE.

CHAPITRE VII.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'ASIE.

CHAPITRE VIII.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'AFRIQUE.

CHAPITRE IX.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'AMÉRIQUE DU NORD.

CHAPITRE X.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

CHAPITRE XI.

TERRAIN QUATERNAIRE DE L'AUSTRALIE.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE LA PREMIÈRE PARTIE.

APPENDICE.

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES RELATIVES A L'ANCIENNE EXTENSION DES GLACIERS.

DEUXIÈME PARTIE.

TERRAIN TERTIAIRE.

P. 441.

CHAPITRE I.

TERRAIN TERTIAIRE D'ANGLETERRE.

P. 445.

CHAPITRE II.

TERRAIN TERTIAIRE DE LA BELGIQUE.

P. 491.

CHAPITRE III.

TERRAIN TERTIAIRE DU NORD DE LA FRANCE.

P. 505.

CHAPITRE IV.

TERRAIN TERTIAIRE DES BASSINS SUPÉRIEURS DE LA LOIRE ET DE L'ALLIER.

CHAPITRE V.

TERRAIN TERTIAIRE DU SUD-OUEST DE LA FRANCE.

CHAPITRE VI.

TERRAIN TERTIAIRE DU MIDI DE LA FRANCE. BASSIN MÉDITERRANÉEN.

CHAPITRE VII.

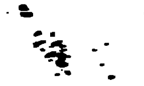
TERRAIN TERTIAIRE DE LA SUISSE ET DE LA SAVOIE.

CHAPITRE VIII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'ITALIE ET DES ÎLES VOISINES.

CHAPITRE IX.

TERRAIN TERTIAIRE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.



CHAPITRE X.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'EUROPE SEPTENTRIONALE ET CENTRALE

p. 843

CHAPITRE XI

TERRAIN TERTIAIRE DE L'EUROPE ORIENTALE.

CHAPITRE XII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'ASIE.



CHAPITRE XIII.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'AFRIQUE.

CHAPITRE XIV.

TERRAIN TERTIAIRE DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

CHAPITRE XV.

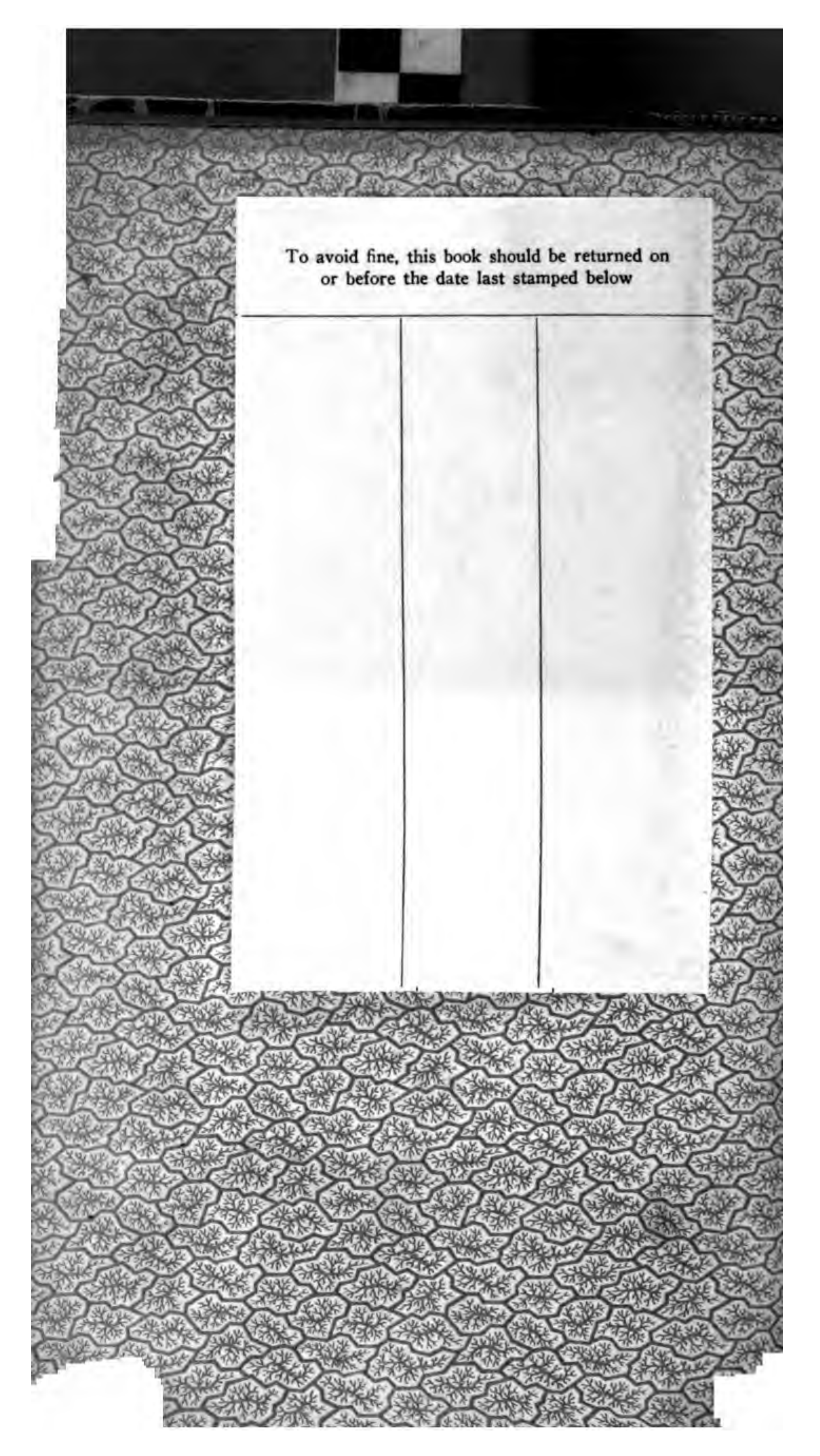
TERRAIN TERTIAIRE DE L'AMÉRIQUE ÉQUATORIALE ET MÉRIDIONALE

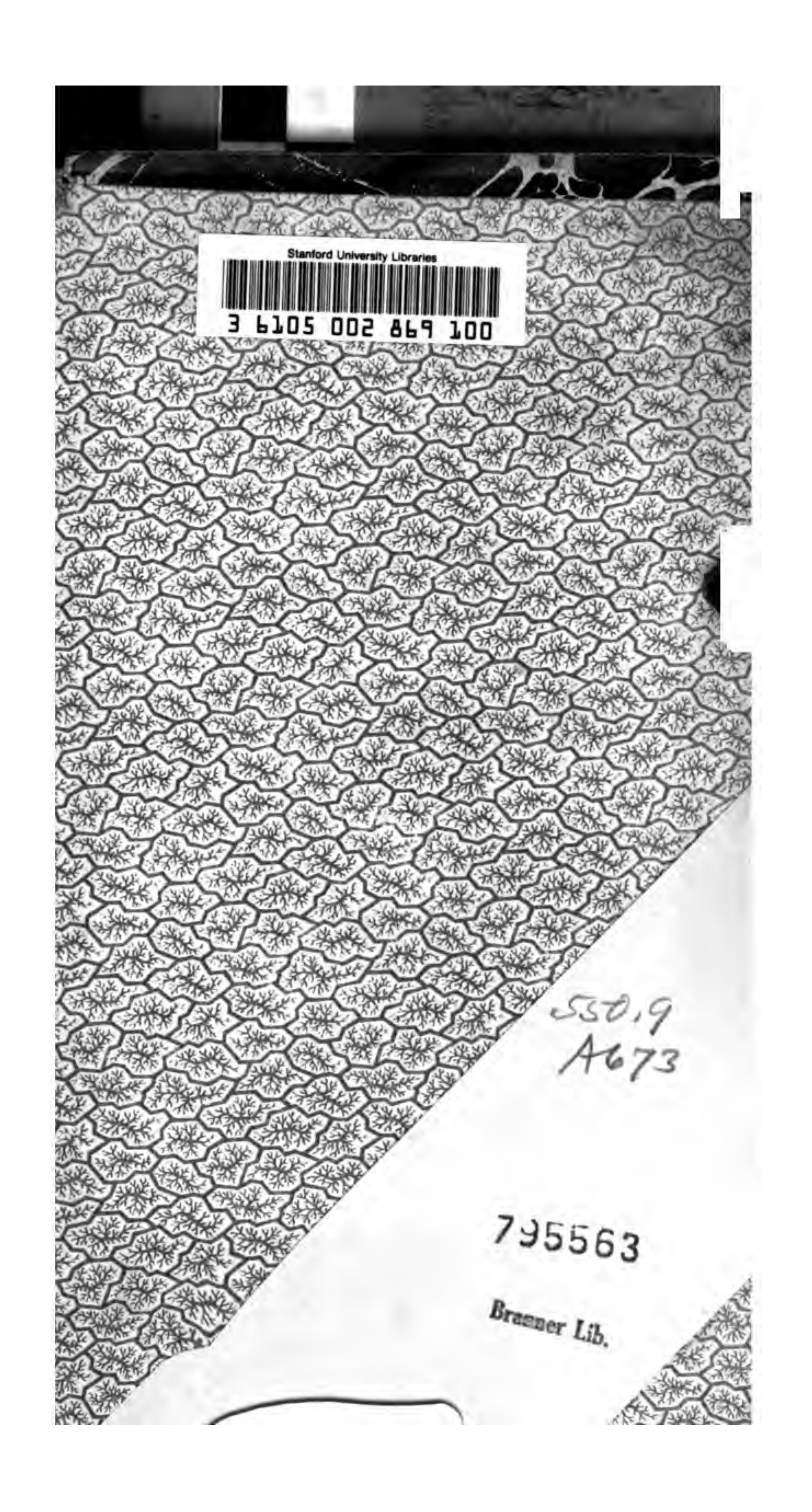
CHAPITRE XVI.

TERRAIN TERTIAIRE DES ÎLES DU GRAND OCÉAN ET DE L'AUSTRALIE.

FIN DU TOME DEUXIÈME.




To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below


Stanford University Libraries
3 6105 002 869 100
550.9
A673
795563
Branner Lib.